



## Exposition des travaux réalisés par les doctorants du LIRIS

**Romain Mathonat** - [romain.mathonat@insa-lyon.fr](mailto:romain.mathonat@insa-lyon.fr)  
Anytime Mining of Sequential Discriminative Patterns  
in Labeled Sequences

**Corentin Lonjarret** - [corentin.lonjarret@liris.cnrs.fr](mailto:corentin.lonjarret@liris.cnrs.fr)  
Recommandation séquentielle à base de séquences  
fréquentes

**Stuart Hallifax** - [stuart.hallifax@liris.cnrs.fr](mailto:stuart.hallifax@liris.cnrs.fr)  
Ludification adaptative de ressources pédagogiques  
numériques

**Valentin Lachand** - [valentin.lachand@liris.cnrs.fr](mailto:valentin.lachand@liris.cnrs.fr)  
Toccata: A Multi-Device System for Activity Scripting  
and Classroom Orchestration

**Alexandre Galdeano** - [alexandre.galdeano@liris.cnrs.fr](mailto:alexandre.galdeano@liris.cnrs.fr)  
Artificial Empathy for Social-Robots: Online-Learning of  
Social-Behaviors Adapted to the User.

**Yuan Jingya** - [jingya.yuan@insa-lyon.fr](mailto:jingya.yuan@insa-lyon.fr)  
Security and Privacy as a Service for Social, Mobile,  
Analytics and Cloud Information Technologies:  
Towards user-centered DRM

**Jianyong Xue** - [jianyong.xue@liris.cnrs.fr](mailto:jianyong.xue@liris.cnrs.fr)  
Autonomous Mental Development with Constructivist  
Paradigm

**Shiwei Li** - [shiwei.li@liris.cnrs.fr](mailto:shiwei.li@liris.cnrs.fr)  
Human Skin Characterization and Analysis

**Marie Le Guilly** - [marie.le-guilly@liris.cnrs.fr](mailto:marie.le-guilly@liris.cnrs.fr)  
Cross-fertilization between DB and ML : Application to  
imprecise questions and classification feasibility

**Rémi Canillas** - [remi.canillas@liris.cnrs.fr](mailto:remi.canillas@liris.cnrs.fr)  
Détection de fraude aux fournisseurs dans un contexte  
B2B

**Thomas Bonis** - [thomas.bonis@univ-lyon1.fr](mailto:thomas.bonis@univ-lyon1.fr)  
Simulation prédictive de marche pathologique

**Lucas Foulon** - [luscas.foulon@snecf.fr](mailto:luscas.foulon@snecf.fr)  
Détection d'anomalies dans les flux de données au sein  
du système d'information de la SNCF

**Yann Cortial** - [yann.cortial@liris.cnrs.fr](mailto:yann.cortial@liris.cnrs.fr)  
Towards Maximum Scale Terrain Modeling

**Paul Compagnon** - [paul.compagnon@liris.cnrs.fr](mailto:paul.compagnon@liris.cnrs.fr)  
Modélisation de routines par apprentissage de  
métrique

**Tong Fu** - [tong.fu@liris.cnrs.fr](mailto:tong.fu@liris.cnrs.fr)  
FAKIR: An algorithm for estimating the pose and  
elementry antatomy of archaeological statues

**Juba Agoun** - [juba.agoun@liris.cnrs.fr](mailto:juba.agoun@liris.cnrs.fr)  
Data Sharing Under Access Control Policies

**Amine El Ouassouli** - [amine.el-ouassouli@insa-lyon.fr](mailto:amine.el-ouassouli@insa-lyon.fr)  
Discovering Complex Temporal Dependencies from  
Heterogeneous Streams

**Alix Gonnot** - [alix.gonnot@liris.cnrs.fr](mailto:alix.gonnot@liris.cnrs.fr)  
Interactions Humain-Robot pour Soutenir  
l'Apprentissage Collaboratif

**Rémi Ratajczak** - [remi.ratajczak@liris.cnrs.fr](mailto:remi.ratajczak@liris.cnrs.fr)  
Reconstruction automatique de l'occupation des sols  
historiques dans le cadre d'une étude épidémiologique

**Basile Fraboni** - [basile.fraboni@insa-lyon.fr](mailto:basile.fraboni@insa-lyon.fr)  
Path tracing multi-vue adaptatif

**Beatrix-Emőke Fülöp-Balogh** - [fulopbea93@gmail.com](mailto:fulopbea93@gmail.com)  
Multi-view acquisition and rendering of animated  
scenes

# Anytime Mining of Sequential Discriminative Patterns in Labeled Sequences

Romain Mathonat, Jean-François Boulicaut, Mehdi Kaytoue

3<sup>nd</sup> année de thèse, Financement CIFRE with Atos, Équipe DM2L

[romain.mathonat@insa-lyon.fr](mailto:romain.mathonat@insa-lyon.fr) – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/romain-mathonat>

## Résumé de la thèse

It is useful to exploit labeled datasets not only to learn models and perform predictive analytics but also to improve our understanding of a domain and its available targeted classes. The *subgroup discovery task* has been considered for more than two decades. It concerns the discovery of patterns covering sets of objects having interesting properties, e.g., they characterize or discriminate a given target class. Though many subgroup discovery algorithms have been proposed for both transactional and numerical data, discovering subgroups within labeled sequential data has been much less studied. We design anytime algorithms that discover interesting subgroups w.r.t. a chosen quality measure within sequences of itemsets.

## Problem

When talking about data science, the algorithms perform either supervised or unsupervised learning. The aim of the first is, in general, to predict a given target attribute while for the second, one looks for structures in non-labeled data. The subgroup discovery task is somewhere in between : the aim is to discover patterns that are discriminative of a target class within labeled data. It helps understanding the data and the domain thanks to the interpretability of the discovered patterns. It can also support a classification process by using patterns directly as predictive rules or indirectly by supporting the design of new features. Many systems can be observed thanks to collected sequential data and knowledge discovery from such data is useful for many application domains like, e.g., games analytics or industrial supervision. We believe that addressing the so-called Subgroup Discovery task, i.e., finding discriminative patterns in labeled sequences of itemsets is a timely challenge. It remains particularly difficult, especially due to the size of the search space (i.e., the collection of all possible patterns).

## Contribution

Sequential pattern mining is now a classical data mining task and was introduced by the pioneer contribution of Agrawal et al. [1], that tackles frequent sequential pattern mining. When considering more complex constraint-based mining tasks like discriminative pattern discovery, an exhaustive enumeration strategy is non applicable and we have to look for heuristic approaches. One of the few relevant proposals for our targeted task is Misère [3] that focuses on a smart exploration of the search space. On another hand, a classical beam-search algorithm clearly focuses on an exploitation-only perspective. Looking for a better trade-off between exploration and exploitation, we propose new algorithms like SeqScout [5] and its evolution

MCTSExtent [4]. We now explore the search space thanks to a Monte Carlo Tree Search [2]. The idea is to use a bottom up approach. Iteratively, sequences of the dataset are selected, a pattern is created by using the Longest Common Subsequence between the selected sequence and another of the dataset, and this pattern is generalized. In a post processing step, results are filtered to delete redundant patterns. Our algorithms are anytime, and our empirical studies have shown the added-value of the approach : given the same budget, it provides better subgroups for a given quality measure.

We applied our algorithm to several benchmark datasets, but we also considered the context of game analytics (e.g., playing Rocket League), where inputs of the player are discriminative with respect to actions in-game. We show that using MCTSExtent helps to better understand what players are doing, and that it can increase the prediction of players' actions.

## Bibliography

- [1] R. Agrawal and R. Srikant. Mining sequential patterns. In *Proceedings IEEE ICDE 1995*, pages 3–14, 1995.
- [2] C. B. Browne et al. A survey of monte carlo tree search methods. *IEEE Trans. Comput. Intellig. and AI in Games*, 4(1) :1–43, 2012.
- [3] E. Egho et al. A user parameter-free approach for mining robust sequential classification rules. *Knowl. Inf. Syst.*, 52(1) :53–81, Jul 2017.
- [4] R. Mathonat et al. Anytime mining of sequential discriminative patterns in labeled sequences. *Submitted to Knowl. Inf. Syst.*, pages 1–34, 2019.
- [5] R. Mathonat et al. SeqScout : Using a bandit model to discover interesting subgroups in labeled sequences. In *Proceedings IEEE DSAA 2019*, pages 1–11, 2019.

# Recommandation séquentielle à base de séquences fréquentes

Corentin Lonjarret, Céline Robardet, Marc Plantevit, Roch Auburtin

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement CIFRE, Équipe DM2L

corentin.lonjarret@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/corentin-lonjarret>

## Résumé de la thèse

La modélisation de la préférence utilisateur et de la dynamique séquentielle est au cœur de la construction des systèmes de recommandation séquentielle. Les défis résident dans la combinaison réussie entre l'ensemble de l'historique des utilisateurs et de leurs actions récentes pour fournir des recommandations personnalisées. Les méthodes existantes s'appuient sur des chaînes de Markov d'ordre fixe pour capturer la dynamique séquentielle, limitant la personnalisation. L'objectif de cette thèse est de proposer de nouvelles méthodes de recommandation séquentielle qui exploitent pleinement le contexte de l'interaction entre les utilisateurs et les items (e.g., temps, contenu, etc.). Un effort sera donné au caractère explicable des recommandations.

## Introduction

Les plateformes en ligne (ventes, vidéos à la demande, musiques, réseaux sociaux, etc) proposent un nombre important de contenu aux utilisateurs rendant quasiment impossible à ces derniers d'analyser chaque choix et de choisir le plus approprié. Pour faciliter l'expérience utilisateur tout en proposant et conservant un vaste choix de possibilités, il est devenu indispensable d'avoir un système de recommandation performant et personnalisé en fonction des goûts des utilisateurs. Dans cette thèse, nous abordons le problème de recommandation séquentielle dont le but est de prédire la prochaine action d'un utilisateur à partir de sa séquence d'items consommés. Pour ce faire, la préférence utilisateur et la dynamique séquentielle doivent être combinées.

### Modéliser la préférence utilisateur

Les techniques de factorisation de matrices permettent de modéliser les interactions entre les utilisateurs et les items en décomposant la matrice d'interactions en un produit de deux matrices de rang  $k$ . La prédiction qu'un utilisateur  $u$  choisisse l'item  $i$  est estimée par le produit scalaire du vecteur associé à  $u$  et du vecteur associé à  $i$ . Cependant, la matrice d'interactions est généralement creuse, ce qui rend la décomposition peu précise. Pour essayer de pallier à ce problème, d'autres méthodes comme FISM décomposent une matrice de similarité d'items en deux matrices de rang  $k$ . Plus un item  $i$  est similaire aux items déjà choisis par l'utilisateur, plus  $i$  a des chances d'être recommandé.

### Modéliser la dynamique séquentielle

Une autre tendance dans les systèmes de recommandation est de prendre en compte les informations séquentielles présentes dans l'historique des utilisateurs. La dynamique à court terme est généralement modélisée à l'aide du concept des chaînes de Markov. La matrice de transitions est décomposée par le produit de deux matrices de rang  $k$ . Ainsi, la probabilité d'avoir l'item  $i$ , sachant que l'item  $j$  appartient à l'historique de l'utilisateur, est estimée par le produit scalaire du vecteur associé à l'item  $i$  dans la première matrice

et du vecteur associé à l'item  $j$  dans la deuxième matrice.

### Modèle unifié

Plusieurs approches récentes cherchent à unifier la préférence utilisateur et la dynamique séquentielle pour obtenir de meilleures performances, comme par exemple la méthode FPMC. Plus récemment, Fossil propose d'associer une approche de similarité entre items comme FISM avec des chaînes de Markov d'ordre  $L$ . PRME a amélioré FPMC et Fossil en remplaçant le produit scalaire par des distances Euclidiennes. En effet, les méthodes utilisant des distances obtiennent une meilleure généralisation car ces dernières permettent de garantir l'inégalité triangulaire (c-à-d. Si la transition A vers B et B vers C sont probables alors la transition A vers C l'est également). Dernièrement, TransRec unifie la préférence utilisateur et la dynamique séquentielle en utilisant des translations dans un espace Euclidien.

Ces méthodes modélisent la dynamique séquentielle en utilisant uniquement des chaînes de Markov d'ordre fixe. Pour pallier à ce problème, nous proposons une nouvelle méthode, **REBUS**, qui utilise des séquences fréquentes pour identifier les items les plus pertinents des historiques des utilisateurs. Ces items permettent de mieux capturer la dynamique séquentielle. Notre contribution se résume au développement d'un nouveau modèle, **REBUS**, qui unifie la préférence utilisateur et la dynamique séquentielle en les plongeant dans un même espace euclidien. De plus, l'ordre personnalisé des chaînes de Markov est déterminé grâce à l'utilisation de séquences fréquentes. Dans une étude empirique sur 13 jeux de données, nous avons démontré que **REBUS** surpassé l'état de l'art des systèmes de recommandation séquentielle. Cet algorithme a fait l'objet d'une publication à la conférence EGC en 2019 [1].

## Références

- [1] Corentin Lonjarret, Marc Plantevit, Céline Robardet et Roch Auburtin, *In EGC 2019, vol. RNTI-E-35, pp.267-272, Metz, 2019.*

# Ludification adaptive de ressources pédagogiques numériques

Stuart Hallifax , Elise Lavoué, Audrey Serna, Jean-Charles Marty

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement Projet efran, Équipe SICAL  
stuart.hallifax@liris.cnrs.fr – stuhallifax.co.uk

## Résumé de la thèse

La ludification (ou l'utilisation d'éléments et de ressorts motivationnels issus de jeux dans des contextes non jeux) est une approche en pleine croissance depuis les années 2010 pour favoriser l'engagement et la motivation des utilisateurs. Des travaux récents montrent que les différents éléments ludiques ont des impacts différents sur la motivation des utilisateurs, et que ces effets différents sont en partie liés aux différences de profils des utilisateurs (principalement leur profil de joueur). Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet e-FRAN Ludimoodle dont l'objectif est d'augmenter la motivation et l'engagement des élèves de 4é dans l'enseignement des mathématiques à travers la ludification et implique la participation de sept collèges de la région Auvergne-Rhone-Alpes.

## Contexte et motivations

Nous identifions deux types d'adaptation des éléments ludiques qui nous mettons en place dans notre approche : une adaptation statique initiale basée sur des facteurs individuelles de profil, et une adaptation dynamique basée sur l'activité des apprenants dans le système ludifié. L'idée est que si les éléments ludiques sont adaptés aux attentes et caractéristiques individuelles des apprenants, celles-ci auront un plus impact plus important sur la motivation et l'engagement des apprenants.

## Une adaptation statique

Une étude en crowdsourcing [3] a permis d'identifier de premiers résultats sur les facteurs à prendre en compte chez l'utilisateur pour adapter les contenus ludiques. Ces résultats montrent que le choix de la typologie des utilisateurs a un impact sur l'adaptation que l'on pourra mettre en place. En effet les différentes typologies d'utilisateurs mettent en évidence des aspects de personnalité différents et seuls certains de ces aspects sont utiles pour l'adaptation. Finalement c'est la typologie de joueurs Hexad que nous avons montré comme étant la plus appropriée pour la ludification adaptive. Nous avons aussi pu montrer que les différentes implémentations des stratégies motivationnelles génèrent des impacts différents sur la motivation. Par exemple l'impact sur la motivation engendré par les badges est différent de celui engendré par les points, alors que ces derniers sont tous les deux des formes de récompenses.

En outre des caractéristiques de joueur identifiées, nous utilisons aussi la motivation initiale des élèves à faire des mathématiques comme facteur impactant l'influence des éléments ludiques sur la motivation et l'engagement (comme identifié dans[2]). L'échelle de motivation retenue est l'échelle de Vallerand qui met en évidence 3 types de motivation (in-trinsèque, extrinsèque et amotivation), avec 7 sous échelles.

## Vers une adaptation dynamique

L'adaptation dynamique des recommandations d'éléments ludiques est encore à venir, actuellement nous sommes en train d'étudier le comportement des apprenants et comment celui-ci indique un engagement / motivation ou non. En fonction de ces comportements identifiés il est possible de mettre à jour les recommandations d'élément ludique pour chaque apprenant.

## Moteur d'adaptation

Le moteur d'adaptation des fonctionnalités ludiques est le coeur de la question de la ludification adaptive. Un état de l'art [2] sur la ludification adaptive en éducation a permis de dresser un tableau des différents exemples de moteurs d'adaptation existants. Nous proposons une architecture qui étend ces travaux en combinant l'adaptation statique et dynamique. En l'état le moteur d'adaptation permet une adaptation statique, et utilise les données d'une première vague d'expérimentations ludimoodle pour mettre en place les règles d'attribution des éléments ludiques. Une première version de ce moteur d'adaptation fait l'objet d'un papier qui a été présenté en Août 2019 [1].

## Références

- [1] S. Hallifax, E. Lavoué, A. Serna, and J.-C. Marty, 'Structural Gamification for Adaptation based on Learning Analytics', in EARLI, 2019, p. 383.
- [2] S. Hallifax, A. Serna, J.-C. Marty, and É. Lavoué, 'Adaptive Gamification in Education : A Literature Review of Current Trends and Developments', in EC-TEL, 2019, pp. 294–307.
- [3] S. Hallifax, A. Serna, J.-C. Marty, G. Lavoué, and E. Lavoué, 'Factors to Consider for Tailored Gamification', in Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, 2019, pp. 559–572.

# Toccata: A Multi-Device System for Activity Scripting and Classroom Orchestration

Valentin Lachand, Christine Michel, Aurélien Tabard

4<sup>ème</sup> year of PhD, Funded by FUI, SICALTeam

valentin.lachand@liris.cnrs.fr – <https://valentin.lachand.net/>

## Abstract

We presents Toccata, a system allowing teachers to create activities before class, with flexibility in the scripting level of the activity. Toccata offers teachers the possibility to edit their activity at it occurs, in order to adapt it to students' progression or to unexpected events occurring in class. Toccata has been tested in three different schools and pedagogical contexts, such as a course on several sessions, a course mixing paper and digital activities, and a course running in class and outside class, with no available network.

## Motivation

Digital tools are now present in many educational settings, yet teachers face numerous challenges in integrating them into smooth and coherent teaching activities. Rich pedagogical activities are often fragmented in time, split into multiple sub-activities, built upon multiple media and applications, and may unfold in various locations.

Combining various activities, devices, group formations, and spaces brings new pedagogical opportunities but organizing such scenarios is complex as teachers must be able to guide learners, and follow their progress, while maintaining a coherent learning environment.

## Toccata

Toccata is a Web based application enabling teachers to create digital pedagogical activities and conduct them with a class. As a web based application, our system works with any kind of devices running a web browser (computer, tablet, phone, video-projector linked to a computer). Toccata is developed to run in online or offline mode, with progressive degradation modes depending on network reliability.

Toccata builds upon an Activity Based model to represent pedagogical activities. When the teacher creates an activity, he can define : A set of Instructions for students to guide them in conducting the activity; A list of Sub-activities (steps), created by teachers to divide the activity according to pedagogical needs; A set of Resources can be associated with activity or steps; A set of Applications (tools allowing teachers and students to run operations on resources); A list of Participants involved in the activity; Notes that teachers can attach to an activity or step.

## Activity Orchestration

During the enactment phase, the teacher and the students have a similar interface. However, the teacher can take notes on the activity, and has more options and actions

available on the applications. S/he can edit during the class each component of the activity. This run-time edition of the activity can help the teacher in the adaptation of the activity to students. For example, if a student is blocked on a particular exercise, the teacher can refine instructions and give new resources to help the student, or s/he can change the order of the steps, add new exercises for a specific group, or change the visibility of steps for several groups.

## Implementation

Toccata architecture is built on three layers. The first layer consists of Web servers and applications. The second layer is a local server running inside classrooms. The third layer is composed of client devices running Toccata. The second layer is not mandatory, and devices running Toccata can directly communicate with the remote Web server. When the third layer is not available, the devices synchronize with each other via a local server if they are connected to one. Otherwise they run independently. If needed, Toccata can also use device sensors or external Web applications.

The local server acts as a WiFi hotspot, it can either connect to the Ethernet network of the school, connect to a tethering smartphone, or run without any Internet connection. The server runs on Node.js and only delivers a simple Single Page Application with very little logic. The activities are stored in a couchDB database that syncs with the remote one. Each device runs Toccata and a PouchDB instance. PouchDB allows synchronization between multiple instances of CouchDB servers. As a Progressive Web Application, it offers some native-like features, such as home icons on mobile OS, and strong caching mechanisms for the data, but also for the application shell: the webpage can load even when the device is totally offline, and it will synchronize back to server when it becomes available.

# Artificial Empathy for Social-Robots: Online-Learning of Social-Behaviors Adapted to the User.

Alexandre Galdeano, Salima Hassas, Mathieu Lefort, and Amelie Cordier

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by ANRT (CIFRE with Hoomano), SMATeam  
[alexandre.galdeano@liris.cnrs.fr](mailto:alexandre.galdeano@liris.cnrs.fr) – <http://liris.cnrs.fr/membres?idn=agaldean>

## Abstract

Nowadays said “social robots” lack of actual social skills despite a design focused on social interactions with humans. In the industry, social robots are smartly programmed to do one or more predefined tasks involving communication with humans and/or connected devices, and supported by more and more external services. One way to improve a robot’s communication skills would be to make it able to empathize with others and then adapt its behaviors and speech in order to enhance human-robot interactions. In this thesis, I am building a model enabling robots to learn adapted social-behaviors on-the-fly. This model tries to represent how the robot’s actions affect one of the user’s mental states. This knowledge—built actively—is used to find strategies that affects positively said mental states.

Empathy is a complex process whereby one understands and shares an entity’s frame of reference, and react appropriately without one having doubts on which frame of reference belongs to whom, this entity may be real, virtual, or fictional.

Empathy has an important role in Human interactions, it is natural to consider transposing this ability to computers and robots which would have the effect to enhance their interactions with Humans.

## Work Done

**Evaluating the valence.** The valence is an evaluation of the current action relevance, it is computed as the following: First, the facial expressions and gaze are computed from the robot’s camera or an external camera using OpenFace. Then, from this data, a mental state or an emotion is evaluated using, for instance, the Emotional Facial Action Coding System or a trained model. Then, from the user state, a valence is computed such as a high value is positive and a low value is negative. And eventually, the valence is binarized using rules of clustering methods.

**Learning adapted behaviors.** Resonance is a constructivist modEl for Social-rObots eNabliNg empathic bEhaviors. It modelizes as a state machine how the robot’s actions affect the valence using its experience stored as list of [pre-valence, action, post-valence]. It tries to find and exploit—positive—regularities in the environment. It takes as inputs the last action performed and the current valence, and outputs the next action to perform.

## Ongoing Work

**Questionnaire Validation.** To validate the model’s relevance, it is necessary to evaluate the robot’s perceived

empathy by the user. For that I created a questionnaire adapted to the human-robot interaction, the pre-validation has been done. A study is currently ongoing to evaluate the reliability and validity of the French version of this new scale.

**Evaluation of Resonance’s properties.** The algorithmic properties of Resonance are currently being analyzed in a simulated environment. The task is to learn how to perform a given sequence of action within 200 steps in less than 200ms per step. The variables are the length of the sequence, number of actions, noise in the environment, and exploration/exploitation trade-off. A full-factorial design is used, 100 measures per design point. Convergence ratio and number of steps before convergence are evaluated.

**Resonance Validation.** There is an on-going comparison of Resonance performance with a random strategy and a multi-arm-bandit algorithm in a quiz with a Pepper robot. The valence is one if the user is happy or is attentive, else zero. Each algorithm has to adapt the speech rhythm and content. About 30 subjects, each subject performs the three conditions (within-subject study) The condition’s order is randomized to avoid learning biases. The robot’s perceived empathy and the interaction quality are evaluated after each condition.

## Perspectives

**Short-term.** Validate the RoPE scale in French and in English; define Resonance domain of use; and show Resonance’s relevance in the quiz with Pepper.

**Long-term.** Use the model and validate its relevance in other use-cases; use the model with different robots; and improve the way the valence is computed.

---

# **Security and Privacy as a Service for Social, Mobile, Analytics and Cloud Information Technologies: Towards user-centered DRM**

Jingya Yuan, Frédérique Biennier, Aïcha Nabila BENHARKAT

3<sup>nd</sup>year of PhD, Funded by CSC, SOC Team  
Jingya.yuan@insa-lyon.fr

## **Abstract**

The digital transformation involved by Social media, Mobile environment, Big Data Analytics, Cloud and Fog computing as well as the integration of the Internet of Things relies on the capability to link various services together in arbitrary ways to meet user needs. This leads to security breaches in Information systems as (1) security policies are mostly defined according to a well-known environment and doesn't fit the openness involved by this SMACIT context and (2) the way data will be used by these a priori unknown services can also be seen as a threat. To overcome these limits, we propose a data driven security organization relying on a multi-layer architecture used to unify data asset protection requirements and management, an extended security ontology allowing the integration of assets potential usage and on a blockchain-based usage control system.

## **Introduction**

Cybersecurity is traditionally based on an analysis of threats on assets in a well perimetred corporate Information Systems. Those methodologies introduce countermeasures but that can be bypass by attackers who adopt adaptive strategy like tracking security incidents originated in the usage of data or other personal information. Moreover, the fast adoption of innovative smart services leads to new protection challenges as their underlying Big Data operating function involves "cross processes" among several (Personal) Information sources, often seen as new threats on data confidentiality. To overcome these limits, usage-based data protection should be extended to control the way data can be used and exchanged in opened and smart environments. After a brief introduction of the related works, we present our data-centric usage control architecture, allowing a life-long protection management.

## **Related Work**

Several security ontologies have been defined to capture knowledge on security requirements, access control or technical countermeasures [1, 2] without providing any description of the organizational knowledge, which can be also seen as major threats in open systems. Focusing on usage control, most of the works are devoted to usage-based access control features and only few works introduce blockchain technology to track data provenance [3] or manage data-exchange consent without managing dual-usage operation on shared data.

## **Contribution**

To overcome these limits, we propose a data-centric security architecture relying on

- a. A multi-layer architecture defines logically (i) requirements of protection (RoP) and quality of protection (QoP), (ii) business usages and stakeholders' relationships and (iii) multiple physical copies of an asset
- b. An extended protection policy ontology enriches traditional security technical knowledge with (i) business purpose and (ii) extended usage operations adapted to SMACIT (data sharing, analyzing...)
- c. A blockchain-based usage control architecture turns RoP and QoP policies in smart contracts allowing to track data and consent provenance as well as data usage and exchange operations.

## **Bibliography**

- [1] Souag A, Salinesi C, Comyn-Wattiau I. Ontologies for security requirements: A literature survey and classification[C]//International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012: 61-69.
- [2] de Franco Rosa F, Jino M. A survey of security assessment ontologies[C]//World Conference on Information Systems and Technologies. Springer, Cham, 2017: 166-173.
- [3] Neisse R, Steri G, Nai-Fovino I. A blockchain-based approach for data accountability and provenance tracking[C]//Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security. ACM, 2017: 14.

# Autonomous Mental Development with Constructivist Paradigm

Jianyong Xue, Olivier Georgeon, Salima Hassas

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by CSC, SMA Team

jianyong.xue@liris.cnrs.fr – <http://liris.cnrs.fr/membres?idn=jxue>

14/11/2019

## Abstract

Within the first year of life, humans exhibit amazing abilities to generate novel behaviors with unfamiliar situations and explore actively to learn the best with lacking extrinsic rewards from the environment. These abilities set them apart from even the most advanced autonomous robots. Designing a cognitive architecture that could let the robot behave in a flexible and robust manner under dynamic conditions is a big challenge. With inspirations from the theory of constructivism, we propose a constructivist cognitive architecture (CCA), an algorithm for autonomous and continuous learning of environment representations and agent's self-adaptation.

## Problem definition

Imagining the following scenario: Placing an agent in an unfamiliar environment, with innate actions let it move around and touch the "wall" to start the journey of "feeling the world", but the condition this learning process without any prior information. It leaves a big challenge about how can we design a learning system that could let the agent successfully interact with its environment and learn to avoid unfavourable interactions using structured behaviors. Meanwhile, for unexplored areas in the environment, agents are capable of completing this exploration process. Discovering this information is a hard exploration problem for which success via random exploration is highly unlikely.

## The state of the art

Reinforcement Learning (RL) as one way to learn to get the maximum cumulative reward of actions, which is used to help making decision of actions in response to interactions with the environment. However, it will become unsuitable in conditions that the environments have been changed and RL was designed and deployed at the start of the interaction system, which needs further self-adaptation during the interaction.

Another way is the intrinsic motivation of curiosity drives the development of the world-model making, as a way to replicate some abilities of infants' playing [?]. Playing capacity in this period likely interacts with infants' powerful abilities to understand and model their environment.

A related but alternative idea is from the constructivist learning paradigm. In the theory of constructivist, the agent is not a passive observer of reality, but rather constructs a perception of reality through active interaction. The constructivist theory proposes that humans build internal frameworks of knowledge, and acquire new knowl-

edge either through assimilation (incorporating new knowledge into their existing framework) or accommodation (re-framing internal representations to the newly acquired external knowledge) [?].

## The proposed Constructivist paradigm

The constructivist paradigm learning process operates at every decision step  $t$  according to the following 6 phrases:

1. Initialization: The agent is initially represented with a set of primitive interactions  $i_0 \subset I$  referred to as the context, with  $C_0 = \emptyset$  and  $J_0 = I$ .
2. Activation: The agent takes the previously learned composite interactions whose previous interaction belongs to the current context and activates them, forming the set  $A_t$  of activated interactions defined as  $A_t = \{a \in K_t \mid pre(a) \in C_t\}$ .
3. Proposition: The activated interactions in  $A_t$  propose their post-interaction for enacting, forming the set  $P_t$  of proposed interactions:  $P_t = \{p \in | a \in A_t, p = post(a)\}$ .
4. Selection: The intended interaction  $i_t$  is selected from the proposed interaction in  $P_t$  based on the proclivity of the interactions. The proclivity  $p_t$  of an anticipation  $i_t$  is defined as  $proclivity(i_t) = v(i_t) \times w_{composite}(i_t)$  and reflect the regularity of the interaction based on its probability of occurrence and the motivations of the agent. Then sort all anticipations with its proclivity.
5. Enaction: The agent tries to enact the intended interaction  $i_t$ , which could (or not) result in an enacted interaction  $e_t$ . New composite interactions are constructed or reinforced with their pre-interaction belonging to the context  $C_t$  and their post-interaction  $e_t$ , forming the set of learned or reinforced interaction  $L_t$  to be included in  $K_{t+1}$ , the set  $L_t$  is defined as  $L_t = \{<pre(i), e_t>\}$ .
6. Construction: new context  $C_{t+1}$  is constructed to include the stabilized interactions in  $e_t$  and  $post(e_t)$ .

# Human skin characterization and analysis

Shiwei Li, Mohsen Ardabilian, Abdel-Malek Zine

2<sup>nd</sup> year of PhD, Funded by CSC, IMAGINETeam

shiwei.li@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/shiwei-li>

## Abstract

The human skin has a complex multilayered structure that evolves with age. Numerical modeling and analysis of the skin has numerous applications in medicine but also in aesthetics, in computer graphics, etc. Our research focuses on skin modeling in bio-optics domain. Several important pigments are considered like melanin, hemoglobin, etc. Combined with diffuse reflectance spectroscopy techniques, quantification of skin optical properties could be achieved non-invasively.

## Introduction

Skin which is the largest organ and the soft outer tissue of human has always been popular research topics in biomedical domain, since many conditions or symptoms of diseases are indicated by skin appearance. Additionally, diffuse reflectance spectroscopy (DRS) is widely used in acquiring the diffuse reflectance spectra from biological tissue because it's non-invasive and cost-effective. Together with different modeling methods, DRS can determine optical properties of tissue so that bioparameters (eg. blood volume fraction) are derived according to the wavelength dependent expressions that specify those properties.

## Models and Method

Human skin is composed of the epidermis, the dermis, and the subcutaneous tissue. The outermost layer of the skin is the epidermis, which can be divided into 5 sub-layers. And melanin, a broad term for a group of natural pigments that causes human skin to darken, is mainly deposited on this layer. The dermis that consists of dense irregular connective tissue can be divided into smaller layers, which are the papillary dermis adjacent to the epidermis and the reticular dermis adjacent to the subcutaneous tissue. Blood vessels are present in this layer, which means hemoglobin, another important pigment inside human skin, primarily locates here. The subcutaneous tissue, also called subcutis, is generally considered as a combination of loose connective tissue and adipose tissue. It contains larger blood vessels and is used for fat storage. With more layers in skin model, it comes more details and also more computational resources. Our research focuses on detecting bioparameters with two-layered and three-layered skin models.

Our research aims to apply ANNs in detecting bioparameters based on the diffuse reflectance spectra with better fitting performance and prediction results. The two-layered skin model has been built with eight bioparameters describing the optical properties inside by using the wavelength dependent expressions. As for the three-layered skin model, a subcutis layer is added at the bottom with fat vol-

ume fraction. We have trained two types Forward ANNs (FANN) and an Inverse ANN (IANN) with the datasets generated by Monte Carlo simulations. Unlike the other FANN which needs to fix the thickness of skin layers to acquire good prediction results, our FANNs could determine the melanin volume fraction, etc. with the various thickness of skin layers. Moreover, the diffuse reflectance spectra are taken into consideration at the same time instead of one by one wavelength.

## Conclusion and Perspectives

Table 1: Prediction Errors of several Bioparameters:  $C_m$  is melanin volume fraction;  $C_{bl\_der}$  is blood volume fraction in dermis;  $S$  is oxygenate saturation;  $d_{epi}$  is thickness of epidermis.

	$C_m$	$C_{bl\_der}$	$S$	$d_{epi}$	Time
DA [1]	17.30%	13.00%	2.93%	8.00%	N/A
FANN1	1.90%	8.55%	3.03%	3.75%	7.8147s
FANN2	1.36%	8.69%	3.37%	2.72%	9.6848s
IANN	3.24%	2.86%	1.24%	2.30%	0.012s

Our methods reach good performance while predicting bioparameters. Table. 1 shows the prediction errors compared with the existing research. However, IANN is so sensitive to the training dataset that it cannot guarantee a good agreement with the measured data. At the same time, FANNs are robust. Our skin model can be applied to not only the quantification of bioparameters but also the detection of genuine skin by comparing the reflectance curves.

## Bibliography

- [1] Naglič, Peter and Vidovič, Luka and Milanič, Matija and Randeberg, Lise L and Majaron, Boris. Suitability of diffusion approximation for an inverse analysis of diffuse reflectance spectra from human skin *in vivo*, OSA Continuum, Optical Society of America, 2019.

# Cross-fertilization between DB and ML : Application to imprecise questions and classification feasibility

Marie Le Guilly, Jean-Marc Petit, Marian Scuturici

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by Contrat doctoral, BD Team

marie.le-guilly@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/marie-guilly>

## Abstract

The overall objective of this PhD, started in September 2017, is to combine the strengths from both relational databases on the one hand, and machine learning on the other, to see how they could each benefit from the other. In this setting, we studied in the two directions. First, we used machine learning algorithms to produce SQL query extensions, in order to assist database users when formulating imprecise query. In a second time, we studied how functional dependencies can help classification algorithms. More precisely, we looked at how functional dependencies can validate the classification feasibility over a given dataset.

## Introduction

In the database community, more and more works incorporate machine learning to solve database related problems, but very few work look at how databases concepts could be incorporated in machine learning. Drawing on this, this PhD aims at combining the strengths from both worlds, in order to propose new systems that rely on concepts from both relational databases and machine learning. More importantly, we are studying questions both way: how can machine learning be integrated in relational databases ? And can some relational databases tools improve existing machine learning algorithms or processes ?

## Query extensions for imprecise questions

The first contribution of this PhD is related to the usage of machine learning in databases, in a exploratory context. More specifically, we propose a solution to complete/extend SQL queries, in context where the user is not sure of how to refine her query, for example when the size of the query result set is too large to apprehend. The extensions are additional selection predicates to add to an initial query, based on the content of this initial query's result. For one user defined initial query, a set of extensions is proposed to the user, in addition to some metrics and visualizations to understand them. These extensions therefore return less tuples, and identify exact attributes and numerical/categorical value to discriminate between the tuples. The process is iterative, as the user can select an extension to add to the initial query, and then ask for extensions over this new query.

## Classification feasibility

Functional dependencies on one side, and supervised classification on the other, therefore appear as two problems that do not seem to have much in common. They are studied by different communities, answer different problems, etc. Moreover, they do not look at data in the same way: where functional dependencies look at structure, classifiers look at values. But instead of seeing these approaches as opposite, they can be considered complementary. By looking at values, classification algorithms seek to find a function to predict an output based on an input. Using the structure, functional dependencies validate whether a dataset follows a function or not. Between these two tasks, one is clearly easier than the other: however, does it makes sense to look for a function when the data itself show that there does not exist a function in it ? Indeed, there exists many machine learning libraries that allow to built dozens of models, and therefore look for a function... that does not even exists. As a result, in a classification setting, studying the existence of a functional dependency between the attributes and the class of the dataset could produce meaningful information regarding the possible performances of the classifier. Not matter how complicated the function to find is, looking at the data dependencies allows to simply validate its existence. It can also identify relevant counterexamples, i.e. tuples in the dataset that will cause a classifier to fail when predicting an output for it, because several ones are possibles. More precisely, we propose to qualify the existence of the functional dependency using well-known metrics, such that an upper bound for the classifier accuracy can be given. This can then be used as a tool for data analysts to better understand their data before building a model on top of it. Using the score, they can make an informed decision, by being aware of some limitations of the model they are trying to build. Moreover, it can assist them in deciding whether or not they should jump into the learning phase, or if they should spend more time to do more data cleaning, add other attributes, etc.

# Détection de fraude aux fournisseurs dans un contexte B2B

Rémi Canillas, Omar Hasan, Lionel Brunie

4<sup>ème</sup> année de thèse, Financement CIFRE, Équipe DRIM

remi.canillas@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/remi-canillas>

## Résumé de la thèse

Ma thèse, réalisée dans le cadre d'un financement CIFRE avec la société SiS-id, s'intéresse à la détection de fraude aux fournisseurs dans le cadre d'échanges commerciaux entre entreprises. Le but de cette thèse est de proposer des méthodes d'analyse de données permettant de mettre en évidence des tentatives de fraude dans un jeu de transaction.

## Introduction

Une fraude au fournisseur se matérialise par l'émission de transactions frauduleuse du client vers un compte en banque contrôlé par le fraudeur. Ces fraudes représentent une perte de 500K euros en 2019 et sont considérés les fraudes les plus fréquentes contre les entreprises selon le rapport EULER 2019 [1].

Le but de ma thèse est de proposer des algorithmes de détection de fraude basée sur le calcul de modèle non-supervisés, afin de déterminer un comportement normal de paiement d'un client et d'un fournisseur, pour ensuite émettre une alarme lorsqu'une transaction diffère significativement de ce modèle.

(SOM) afin de les regrouper par similarité.

Afin de détecter si une transaction est frauduleuse, elle est ajoutée à la fenêtre de transaction la plus récente et un nouveau graphe est créé puis vectorisé. Ce vecteur est comparé à ceux présents dans la SOM en utilisant K-Means, afin de déterminer sa similitude via un calcul de distance. Si la distance entre le vecteur testé et ceux de l'historique est supérieure à un seuil de confiance, alors la transaction est considérée comme frauduleuse.

## FraudMap

La troisième contribution de la thèse est l'utilisation d'un algorithme de diffusion de label, adapté de l'analyse des réseaux sociaux, afin d'établir une probabilité qu'un compte en banque soit frauduleux, basé sur ses plus proches voisins dans le graphe de transaction.

Cette approche construit d'abord un graphe de transaction à partir de l'historique. Cette approche diffuse ensuite la connaissance experte de SiS aux comptes en banques non-vérifiés via les labels déjà émis. Pour cela, un algorithme probabiliste de diffusion de label est mis au point, se basant sur le nombre et le label des comptes en banques proches de la cible afin de déterminer une probabilité pour le compte en banque d'être frauduleux.

## Conclusion & Perspectives

Les deux premières contributions proposées font preuves de performances intéressantes lorsqu'elles sont comparées au système expert SiS. L'évaluation de FraudMap est plus complexe car aucun label n'est présent sur les données évaluées. Cependant, l'utilisation du graphe de transaction pour détecter des fraudes est prometteuse via GraphSIF.

## Bibliography

- [1] Euler-Hermes DFCG. *Barometre Euler Hermes-DFCG 2019*. <https://www.eulerhermes.fr/actualites/etude-fraude-2019.html>. 2019.

## Contributions

### ProbaSIF

En premier lieu, en analysant l'historique de transactions déjà effectuées, deux distributions de probabilités  $P(A|S, C)$  et  $P(A|S)$  peuvent être calculées. Elles représentent respectivement la probabilité pour un client d'utiliser un compte en banque précis pour payer un fournisseur, et la probabilité pour un fournisseur d'être payé sur un compte en banque précis. Une transaction frauduleuse est détectée lorsque que  $P(A = A_t|S, C)$  et  $P(A = A_t|S)$  sont inférieures à un seuil de confiance, avec  $A_t$  le compte en banque utilisé lors de la transaction.

### GraphSIF

La seconde contribution de la thèse est la création d'un algorithme d'analyse dynamique utilisant un graphe pour représenter les transactions. Tout d'abord, l'historique de création est d'abord séparé en fenêtre d'analyse contenant  $n$  transactions. Ces fenêtres sont ensuite transformées en graphes avec pour noeuds le client émettant la transaction, le fournisseur recevant la transaction, et le compte en banque utilisé dans la transaction. Une fois le graphe créé, il est transformé en vecteur en analysant les motifs créés par les différents noeuds et arêtes du graphe. Ces vecteurs sont ensuite utilisés pour entraîner une Self-Organizing Map

# Simulation prédictive de marche pathologique

Thomas Bonis, Nicolas Pronost, Saïda Bouakaz

2<sup>ème</sup> année de thèse, Financement ANR PRCI OMEGA, Équipe SAARA  
thomas.bonis@univ-lyon1.fr – <https://projet.liris.cnrs.fr/omega/>

## Résumé de la thèse

Mon travail de recherche porte sur la modélisation et la simulation du système musculosquelettique humain et l'étude de l'influence d'une pathologie sur la locomotion d'une personne. Il s'organise en trois volets. Le premier est la conception d'un simulateur musculosquelettique direct capable de générer un mouvement de marche similaire à celui d'un sujet réel. Le second a pour objectif de permettre la reproduction du mouvement d'un patient atteint d'une pathologie musculosquelettique. Dans le dernier volet, l'objectif est de prédire l'influence de l'évolution d'une pathologie sur la marche d'un patient. L'aspect prédictif sera validé en utilisant des données de simulation inverse, provenant de données cliniques fournies par nos partenaires du Laboratoire de Biomécanique et de Biomatériaux (LBB) du CHU de Hanovre (Allemagne) dans le cadre du projet ANR PRCI OMEGA.

## Synthèse de mes travaux

### Reproduction du mouvement

Le but du premier volet de la thèse est d'être capable de générer des moments articulaires qui permettent de reproduire un mouvement de marche identique à celui issu d'une capture de mouvement. En plus de reproduire fidèlement ce mouvement de référence, le mouvement simulé doit respecter plusieurs contraintes en particulier celle d'être robuste à des perturbations pouvant faire dévier du mouvement de référence. Une difficulté pour maintenir un mouvement stable sur plusieurs cycles de marche est due à la modélisation des contacts et à la géométrie simplifiée des pieds. L'objectif étant, une fois que le contrôleur sera fonctionnel, de déterminer les composants significatifs de ce mouvement, pour les utiliser dans le deuxième volet de la thèse afin de prédire les mouvements de façon spécifique au patient. La méthode choisie pour la réalisation du contrôleur consiste à utiliser des contrôleurs en boucle fermée pour chaque articulation et d'utiliser des sous-contrôleurs auxiliaires pour stabiliser le mouvement.

### Réglage des contrôleurs

Il est nécessaire de régler les gains des contrôleurs afin de reproduire le mouvement de référence. En utilisant comme fonction objectif le suivi des angles et des vitesses angulaires de chaque articulation et la pose du pelvis. Le jeu de gains optimaux obtenus permet de suivre les angles et les vitesses angulaires de référence mais le mouvement global ne suit pas celui de référence. En effet, la position et l'orientation du pelvis diffèrent toujours de manière significative de celles de référence, malgré l'augmentation de la pondération de celles-ci dans la fonction de coût. L'utilisation de contrôleurs auxiliaires peut permettre le suivi global du mouvement. J'ai donc ajouté un contrôleur générant des moments articulaires visant à corriger la position et l'orientation du pelvis, en suivant deux méthodes différentes. D'une part,

j'ai utilisé un contrôleur virtuel calculant des moments supplémentaires à appliquer aux articulations localisées dans la jambe d'appui. Ils sont calculés en fonction de la différence de pose du pelvis, en utilisant la transposée de la Jacobienne. Et d'autre part, j'ai utilisé la cinématique inverse pour estimer une configuration articulaire de la jambe d'appui qui vise à corriger ces erreurs de position et d'orientation du pelvis.

### Influence des contacts

Après plusieurs recherches de jeux de gains, la pose du pelvis ne suivait pas celle de référence, car ces deux méthodes ont eu plus d'impact sur le pied que sur le pelvis du fait du contact avec le sol. J'ai alors choisi d'ajouter un autre sous-contrôleur qui utilise le modèle du pendule inverse pour altérer la configuration cible de la jambe en phase de vol afin de compenser la perte d'équilibre du personnage. L'estimation de la configuration de la jambe en phase de vol se fait en définissant une pose cible pour le pied et en utilisant la cinématique inverse. Le résultat obtenu présente toujours une déviation de la position du centre de masse dès la première phase d'appui du cycle de marche. J'en ai donc conclu que l'origine du problème est le contact entre le pied et le sol. Différents paramètres du moteur physique ont une influence sur la simulation des contacts. Dans notre cas avec ODE, nous avons un paramètre de réduction de l'erreur (ERP), un coefficient de mélange des forces de contrainte (CFM) et un coefficient de friction. J'ai essayé de les modifier pour obtenir un meilleur suivi de la position du centre de masse lors de la première phase d'appui. Mais ils n'ont pas eu d'influence significative sur celui-ci.

## Bibliographie

Libin LIU, Kang Kang YIN et Baining GUO. « Improving Sampling-based Motion Control ». In : *Computer Graphics Forum* 34.2 (2015), p. 415-423

# Détection d'anomalies dans les flux de données au sein du système d'information de la SNCF

Lucas Foulon, Serge Fenet, Christophe Rigotti, Denis Jouvin

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement CIFRE, Équipe DM2L, SNCF Mobilité  
lucas.foulon@sncf.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/lucas-foulon>

## Résumé de la thèse

La finalité de notre travail est la détection des anomalies dans les traces de fonctionnement de l'infrastructure de communication du Système d'Information de la SNCF. Deux techniques récentes et indépendantes semblent particulièrement appropriées dans notre cas. Il s'agit d'une part du stockage et de l'indexation de séries temporelles dans un arbre appelé arbre *iSAX*, et d'autre part d'un score de détection d'anomalie nommé CFOF dont la robustesse au phénomène de concentration en haute dimension a été établie de façon formelle. Nous montrons qu'il est possible d'utiliser la structuration des informations dans l'arbre *iSAX* pour déterminer rapidement une approximation du score CFOF. La valeur obtenue est proche du score exact sur des données synthétiques et réelles. Les premiers retours d'expertises indiquent que la méthode semble pertinente pour le déclenchement d'alarmes sur les données issues de trace d'activité du SI de la SNCF.

## Présentation de la méthode

Un comportement anormal est défini comme une déviation de la dynamique principale comme si ce comportement avait été généré par une mécanisme différent [HAWKINS80]. Dans le contexte industriel de la SNCF, l'objectif de ce travail est de détecter un comportement anormal dans les traces de messages au sein de son Système d'Information.

Sur ces données, nous nous intéressons à la détermination du score de détection d'anomalie CFOF (Concentration Free Outlier Factor) proposé récemment par Anguilli [TKDD19]. L'intérêt particulier de ce score est qu'il est actuellement le seul pour lequel la robustesse vis-à-vis de l'augmentation de la dimensionnalité des données ait été établie de façon formelle. Cependant, pour appliquer ce score sur des flux de données, il est essentiel de réduire son coût de calcul.

Notre contribution principale est de montrer qu'il est possible de tirer parti des propriétés des arbres *iSAX* [EGC19] pour calculer de façon efficace une approximation du score CFOF.

## Méthode proposée

À partir des traces de messages nous construisons des séries temporelles, décrivant le comportement global du Système d'information, et les indexons dans un arbre *iSAX*. Pour une nouvelle série temporelle, nous parcourons l'arbre afin de connaître une estimation des positions de cette série temporelle au sein des voisinages de toutes les séries indexées dans l'arbre et estimer le score CFOF pour ce nouvel objet.

## Résultats

La méthode proposée a été testée sur des jeux de données synthétiques, ainsi que sur des données SNCF. Dans

tous les cas, les scores estimés sont très proches des scores réels. De plus, l'interprétation des résultats sur les données réelles confirme la pertinence de l'utilisation de la méthode.

Enfin, selon la dimension des données, cette nouvelle méthode est capable de calculer les estimations CFOF en ligne, grâce à une réduction du temps de calcul par rapport à la méthode CFOF classique.

## Perspectives

Nous envisageons par la suite d'utiliser plusieurs arbres d'indexation en parallèle pour accélérer le traitement, et augmenter l'efficacité de l'élagage de l'arbre *iSAX* en réduisant la dimension des séries temporelles indexées dans chaque arbre.

## Références

- [HAWKINS80] Douglas M. Hawkins. Identification of outliers. Chapman & Hall, 1980.
- [TKDD19] Fabrizio Anguilli. CFOF : A Concentration Free Measure for Anomaly Detection. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 2019.
- [KDD08] Jin Shieh et Eamonn Keogh. *iSAX* : Indexing and mining terabyte sized time series. *Proceedings of the 14th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 623–631, New York, 2008.
- [EGC19] Lucas Foulon, Christophe Rigotti, Serge Fenet et Denis Jouvin. Approximation du score CFOF de détection d'anomalie dans un arbre d'indexation *iSAX* : Application au contexte SI de la SNCF. *Extraction et Gestion des Connaissances*, pp. 165–176, Metz, 2019.

# Towards Maximum Scale Terrain Modeling

Yann Cortial, Eric Guérin, Adrien Peytavie

3<sup>d</sup> year of PhD, Funded by Public Grant, GeoModTeam

yann.cortial@liris.cnrs.fr – <http://liris.cnrs.fr/en/member-page/yann-cortial>

## Abstract

Playing a key role in virtual sceneries for computer graphics, terrains are the focus of research efforts in the academia, as well as in the industry, for games, simulators, or cinematic effects. Over time, several families of methods have emerged, allowing to synthesize convincing terrains. While the computing capabilities of machines have grown, the scale handled by some of these methods have reached up to a few hundreds of kilometers. However, recent trends in the entertainment industry show the demand for even larger sceneries, reaching up to the planetary scale - which is the natural limit for terrains. This is what we call the maximum-scale problem, a problem largely unaddressed in the academia, which comes with its own set of challenges, such as the sheer size of the domain which prevents the scaling of most methods. In this thesis we explore possibilities within this particular context.

## State of the art

Classic terrain modeling methods [GGP19] are numerous and usually fall within three families of approaches, namely procedural modeling, exemplar-based techniques and physics-based simulations. However, when it comes to planetary size modeling only the procedural techniques scale well and in fact the only two references found in the litterature pertain to this category. The first, a method proposed by Musgrave [Mus98], solely relies on coherent noise functions. A second piece of work from Derzapf et al. [Der11] uses stochastic displacement while refining the surface mesh to produce river networks and basic relief. These two methods fail at producing convincing landscapes though, due to the inherent homogeneity imparted by the fractal techniques. They also lack of user controllability. In order to overcome this limitations we propose first to focus on the broad scale distribution of landforms with a technique based on a controllable re-creation of Plate Tectonics, and second we propose an extension of the work by Derzapf to generate the surface details of the terrain.

## Procedural Tectonic Planets

### Overview

The proposed method allows the interactive user-directed generation of continents, oceanic ridges, island arcs, large-scale mountain ranges, cordilleras, old massifs and inner seas, across a whole planet. It is based on a re-creation of Plate Tectonics. Whithout endeavoring to simulate the complex rheologies governing mantle dynamics, that indeed drive the plates as a self-organized convecting system (state-of-the art models take months of execution on compute clusters), we chose a phenomenological geometric approach that approximates the deformation of the crust under tectonic kinematics to obtain a realistic distribution of continents and associated landforms.

## The Method

In our approach [Cor19], a simulation loop is entered with a timestep of 2 million years, that tracks the state of the meshes representing the dozens of tectonic plates, and detects their mutual local interactions. We model the four major tectonic phenomena - plate subduction and continental collision for converging configurations and seafloor generation and plate rifting for diverging configurations. The crust is parametrized at a number of triangulated vertices and yields local information such as surface elevation, orogeny age or fold direction. Subductions lead to the formation of trenches, island arcs and Andean cordilleras while collisions tend to create massive Himalayan mountain ranges and the suturing of supporting terranes into bigger continents. At any time during the simulation the user can interact and trigger events such as rifting or the re-orientation of the plate movements. When she is satisfied with the result, we feed the coarse (50km) resulting crust model to an in-house developed real-time renderer and we amplify the surface with details by combining and blending real Earth landform models to reach a resolution of approx. 100m.

## Real-time Detailed Planescapes

The previous method, while providing details at 100m resolution lacks local geomorphological coherence, partly due to the absence of river systems. We propose a second method, that can take as input the crust model generated by the tectonics process, and generate in real-time a detailed and rich surface, including river networks, lakes, valleys, old and young orogenies and a distinction between wet and arid biomes. In a nutshell the method builds a pre-process coarse triangulation that is further refined at runtime through a sequence of GPU programs while generating the detailed relief at the same time. Valley profiles are injected once the target LOD is reached to further en-

hance the realism of the generated landscapes. We are able to reach centimeter resolution with full texturing without floating point precision issues. This covers a scale range of approx. 8 orders of magnitude.

## Bibliography

- [Mus98] Ebert, David S. and Musgrave, Forest Kenton and Peachey, Darwyn and Perlin, Ken and Worley, Steven, *Texturing and Modeling: A Procedural Approach, 3rd Edition, 1998.*
- [Der11] Derzapf, Evgenij and Ganster, Björn and Guthe, Michael and Klein, Reinhard, *River networks for instant procedural planets, Computer Graphics Forum, 2011, volume 30*
- [GGP19] Galin, Eric and Guérin, Eric and Peytavie, Adrien and Cordonnier, Guillaume and Cani, Marie-Paule and Benes, Bedrich and Gain, James, *A Review of Digital Terrain Modeling, Computer Graphics Forum, volume 38, 2019*
- [Cor19] Cortial, Yann and Peytavie, Adrien and Galin, Eric and Guérin, Eric, *Procedural Tectonic Planets, Computer Graphics Forum, volume 38, 2019*

# Modélisation de routines par apprentissage de métrique

Paul Compagnon, Grégoire Lefebvre, Stefan Duffner, Christophe Garcia

2<sup>ème</sup> année de thèse, Financement CIFRE, Équipe Imagine

paul.compagnon@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/paul-compagnon>

## Résumé de la thèse

Cette thèse porte sur la reconnaissance de comportements récurrents, des routines, chez les personnes fragiles équipées de capteurs inertiels dans le but de suivre leur autonomie. Pour cela, nous nous intéressons aux modèles de *metric learning*, particulièrement aux réseaux de neurones siamois récurrents qui fonctionnent avec moins de supervision et permettent d'apprendre à identifier des séquences de données proches.

## 1 Contexte

Dans un contexte où le nombre de personnes fragiles semi-dépendantes augmente, celles-ci gagnent à bénéficier de services de santé intelligents pour suivre leurs activités et surveiller leur autonomie, assistant les proches qui les accompagnent. Ces services doivent cependant se révéler non-intrusif, respectueux de la vie privée et flexibles. De fait, plutôt que de reconnaître des activités bien définies comme "manger", "regarder la télévision" etc., nous proposons de reconnaître des comportements récurrents non étiquetées, ce que nous appelons des routines. Nous proposons d'identifier ces routines grâce à une distance sur les séquences de données de capteurs de mouvements embarqués dans les téléphones ou les montres. Une distance faible entre deux sous-séquences indiquera qu'il s'agit d'une même routine et inversement. En cela, la notion de routine rejoint celle de fonction presque-périodiques en analyse.

## 2 Architecture proposée

Pour apprendre une distance, nous proposons une architecture combinant apprentissage de représentation pour les séquences et apprentissages de métriques : *siamese sequence-to-sequence*. Le modèle *sequence-to-sequence* [2] permet d'apprendre une représentation vectorielle robuste de la séquence qui est ensuite utilisée pour apprendre la distance. Les réseaux de neurones siamois traitent des paires, de séquences ici, en entrée et apprennent à rapprocher les éléments marqués comme similaires et à séparer les dissimilaires. L'architecture fonctionne quelque soit la forme de la distance : euclidienne, cosinus ou de Mahalanobis en utilisant les fonctions de coût appropriées [1]. Il est possible d'apprendre d'abord la représentation puis la distance ou tout le modèle de bout-en-bout. Dans ce cas, les fonctions de coût de la métrique et de la reconstruction sont sommées. Nous proposons, lors de l'apprentissage d'une distance cosinus d'évaluer la qualité de la reconstruction en utilisant une fonction à base de cosinus plutôt que la traditionnelle *Mean Squared Error*.

## 3 Expérience et résultats

Pour expérimenter notre approche, nous utilisons des données enregistrées en continu sur trois jours d'un utilisateur du dataset *long-term movement monitoring* [3]. Une métrique sur des séquences de une heure est apprise : les séquences similaires sont celles enregistrées à la même heure. Les autres couples seront considérés comme dissimilaires. Ne disposant pas de labels, nous évaluons la métrique apprise grâce à un clustering sur la matrice d'affinité des éléments du jeu de test. Nous pouvons alors utiliser plusieurs scores pour connaître la qualité du clustering et sa cohérence avec les temps d'enregistrement, par exemple : completeness, NMI, silhouette etc. Les résultats montrent la supériorité de l'approche SS2S par rapport à d'autres approches de l'état de l'art comme Dynamic Time Warping ou Siamese GRU. Les meilleurs résultats sont atteints avec la distance de Mahalanobis. De plus, on observe que l'apprentissage disjoint donne de meilleurs résultats pour les trois métriques. Cela peut s'expliquer par l'apprentissage de la métrique parasitant l'apprentissage de la représentation.

## Références

- [1] Masoud Faraki, Mehrtash T Harandi, and Fatih Porikli. Large-scale metric learning : A voyage from shallow to deep. *IEEE TNNLS*, 29(9) :4339–4346, 2018.
- [2] Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, and Quoc V Le. Sequence to sequence learning with neural networks. In *NIPS*, pages 3104–3112, 2014.
- [3] Aner Weiss, Marina Brozgol, Moran Dorfman, Talia Herman, Shirley Shema, Nir Giladi, and Jeffrey M Hausdorff. Does the evaluation of gait quality during daily life provide insight into fall risk ? a novel approach using 3-day accelerometer recordings. *Neurorehabilitation and neural repair*, 27(8) :742–752, 2013.

# FAKIR : An algorithm for estimating the pose and elementary anatomy of archaeological statues

Tong Fu, Raphaëlle Chaine, Julie Digne

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by ANR, OrigamiTeam

tong.fu@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/tong-fu>

## Abstract

The digitization of archaeological artefacts has become an essential part of cultural heritage research be it for purposes of preservation or restoration. In the statue's case, one of the first steps towards virtual restoration is to be able to identify anatomical parts, in order to guide the restoration. While this task can be performed manually, it is often long and tedious. We introduce a way to improve the understanding of acquired statues by registering a simple and pliable anatomical model to the raw point set data. Our method performs a Forward And backWard Iterative Registration (FAKIR) which proceeds joint by joint, needing only a few iterations to converge.

## Human model

Our work focuses on artworks representing human beings without or with only a few garments. Statues do not often follow the real human proportion beauty canons because of the artistic aesthetic perception. In this context, it is necessary to devise a human model with few constraints allowing to fit an unrealistic sculpture.

We introduce an anatomical model inspired by the sphere-mesh model [4], already successfully used for hand tracking [5, 3], using only one-dimensional elements. In this model, each bone is represented by a sphere-mesh  $B(l, \mathbf{r})$  corresponding to the envelope of the union of a set of spheres centered on a segment and with a linearly varying radius. The sphere-mesh model is controlled by the length  $l = \|c_1 c_2\|$  and the pair of sphere radii  $\mathbf{r} = \{r_1, r_2\}$  where  $c_1, c_2$  are two end sphere centers and  $r_1, r_2$  are the associated radius respectively. Our human body template contains 22 bones  $\{B_k\}_{k=1..22}$  organized into 5 chains.

## FAKIR : Forward And backWard Iterative Registration

Inspired by the FABRIK [1] algorithm, our registration algorithm successively loops forward and backward through the chains of bones so as to rotate and rescale them to match the data, refining the parameters while temporarily fixing the extremities of some bones. Given a point set  $P$  and a sphere-mesh model of  $K$  bones, we first need to approximate the subset of corresponding points for each bone. In the following, we define the point set  $P_k$  as the subset of points  $p \in P$  which are closest to bone  $B_k$ .  $\tilde{p}_k$  is a normal-constrained projection of point  $p$  on bone  $B_k$  by using the normal vector  $\mathbf{n}_p$  to disambiguate the choice between several orthogonal projection possibilities.

We obtain a first approximation of the registration for each bone by the minimization of the one-bone energy using

the Levenberg–Marquardt algorithm for each parameter.

$$E_k(P_k, B_k(l_k, \mathbf{r}_k), \theta_k) = \sum_{p \in P_k} \|p - \tilde{p}_k\|^2 \quad (1)$$

Our algorithm gradually rotates the current bone  $B_k$  with respect to its predecessor, updating  $P_k$  after each rotation, so that  $P_k$  gradually contains more relevant points. Once the position of  $B_k$  has been approximately found, the algorithm turns to the coarse estimation of the position of  $B_{k+1}$ . We use this energy only for initialization since it might be inefficient to approximate the full length of a bone accurately.

A finer local registration procedure of our algorithm is performed each time two consecutive bones  $B_k$  and  $B_{k+1}$  have been processed. Its goal is to optimize the common joint position and radius while fixing the two other joint extremities. This optimization is performed by minimizing a two-bones energy function.

$$E_{k,k+1} = \sum_{p \in P_k} \|p - \tilde{p}_k\|^2 + \sum_{p \in P_{k+1}} \|p - \tilde{p}_{k+1}\|^2. \quad (2)$$

Once a chain of  $K$  bones has been positioned and scaled over its entire length, we repeat the process forward and backward in the chain in order to further refine the joints positions and radii between pairs of consecutive bones, only using two-bones energies. Finally, the position of the last extremity of a chain is also optimized between each forward and backward step of the loop by optimizing the one-bone energy function.[2]

## Bibliography

- [1] Andreas Aristidou and Joan Lasenby. FABRIK: A fast, iterative solver for the inverse kinematics problem. *Graph. Models*, 73(5):243–260, September 2011.
- [2] Tong Fu, Raphaëlle Chaine, and Julie Digne. FAKIR : An algorithm for estimating the pose and elementary

anatomy of archaeological statues. *arXiv e-prints*, page arXiv:1907.11721, Jul 2019.

- [3] Edoardo Remelli, Anastasia Tkach, Andrea Tagliasacchi, and Mark Pauly. Low-dimensionality calibration through local anisotropic scaling for robust hand model personalization. In *The IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Oct 2017.
- [4] Jean-Marc Thiery, Emilie Guy, and Tamy Boubekeur. Sphere-meshes: Shape approximation using spherical quadric error metrics. *ACM Transaction on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia 2013)*, 32(6):Art. No. 178, 2013.
- [5] Anastasia Tkach, Mark Pauly, and Andrea Tagliasacchi. Sphere-meshes for real-time hand modeling and tracking. *ACM Trans. Graph.*, 35(6):222:1–222:11, November 2016.

# Data Sharing Under Access Control Policies

Juba Agoun, Mohand-Saïd Hacid

2<sup>nd</sup> year of PhD, Funded by ANR, BD Team

juba.agoun@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/juba-agoun>

## Abstract

In the context of data analysis and data integration, very often information from different and autonomous sources are shared. Sources use their own schema and their own access control policies. We consider the case where data sources decide to share information by specifying entity matching rules between their contents. A query to a given data source is rewritten to produce queries to other data sources that share information with that data source. This entity-matching oriented and policy-oriented rewriting preserves local data source policies. In this paper, we describe our methodology for data sharing between sources by ensuring the satisfaction of local access control policies.

## Introduction

Large volumes of information are shared between several sources for data analysis purposes [3, 5]. Data sharing is one of the configurations that allows sources hosting data sets complying to specific schemas to share information. Data in different and heterogeneous sources may overlap or may be closely associated. Entity matching is used to identify the same real-world object from different sources even if it is represented differently in the different sources (different formats, spellings, etc.) or containing errors. Data sharing uses data-level mappings which differs from data exchange and data integration [2]. The data heterogeneity problem arises when the same real world object is represented using different identifiers in different sources. For example, a patient may be uniquely identified using the social security number (*SSN*) in an admission hospital and by a local identifier (*donor\_id*) in a blood bank service.

Information that is protected against unwarranted disclosure is sensitive. Nonetheless, sharing data from different sources could potentially reveal sensitive information [1]. Indeed, each source enforces its own security policy to control the access to its content. Access control policies may also differ from one source to another since they are independent and autonomous. However, some of the information that are shared could be sensitive in a given source and not in another one. For some pieces of data that may be closely associated and similar<sup>1</sup>, the access could be denied in one source, whereas it may be granted in another source. Hence, one of the collaborative sources faces a violation of a security policy.

In our work, we consider a data sharing framework in the presence of access control policies associated with the involved sources. Data sharing is computed by entity matching rules<sup>2</sup> considered at data-level rather than at schema-level.

## Objectives

The main objectives of our work are to: (1) guarantee the preservation of the source policies and (2) guarantee that for each record  $t$  subject to an access control ( $AC$ ), if  $t$  has an equivalent record  $t'$  in the other sources, then  $t'$  should comply with  $AC$  during the query evaluation process.

As result, we describe a methodology that includes a set of transformation and verification steps to restrict, in the answer of a given query, the objects which do not satisfy the security policies of all involved sources.

## Bibliography

- [1] Mehdi Haddad, Jovan Stevovic, Annamaria Chiaro, Yannis Velegrakis, and Mohand-Saïd Hacid. Access control for data integration in presence of data dependencies. In *International Conference on Database Systems for Advanced Applications*, pages 203–217. Springer, 2014.
- [2] Anastasios Kementsietsidis and Marcelo Arenas. Data sharing through query translation in autonomous sources. In *Proceedings of the Thirtieth international conference on Very large data bases–Volume 30*, pages 468–479, 2004.
- [3] Alexandros Labrinidis and Hosagrahar V Jagadish. Challenges and opportunities with big data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 5(12):2032–2033, 2012.
- [4] Rohit Singh, Venkata Vamsikrishna Meduri, Ahmed Elmagarmid, Samuel Madden, Paolo Papotti, Jorge-Arnulfo Quiané-Ruiz, Armando Solar-Lezama, and Nan Tang. Synthesizing entity matching rules by examples. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 11(2):189–202, 2017.
- [5] Xindong Wu, Xingquan Zhu, Gong-Qing Wu, and Wei Ding. Data mining with big data. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 26(1):97–107, 2014.

<sup>1</sup>Semantically equivalent, they denote the same real-world object.

<sup>2</sup>Entity matching rules specify under which conditions two records from different sources are considered as a *match* and represent the same real-world object [4].

# Discovering Complex Temporal Dependencies from Heterogeneous Streams

Amine El Oussouli, Lionel Robinault, Vasile-Marian Scuturici

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by CIFRE (Foxstream), BD Team

amine.el-ouassouli@insa-lyon.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/amine-el-ouassouli>

## Abstract

In this thesis, we are interested on the extraction of hidden and directly actionable insights from heterogeneous data streams systems. More precisely, we use interval-based state streams to unify knowledge representation and investigate the problem of mining quantitative temporal dependencies between multiple interval-based streams.

## 1 Context

The increasing utilization of sensor devices in addition to human-given data make it possible to capture real world systems complexity through rich temporal descriptions. More precisely, the usage of a multitude of data sources types (devices, humans) allows to monitor an environment by describing the evolution in time of several of their dimensions through data streams. One core characteristic of such configurations is heterogeneity that appears at different levels of the data generation process: data sources, time models and data models. In such context, one challenging task for monitoring systems is to discover non-trivial temporal knowledge that is directly actionable and suitable for human interpretation.

## 2 Approach

We firstly propose to use a Temporal Abstraction (TA) approach to express information given by heterogeneous raw data streams with a unified interval-based representation, called state streams. A state reports on a high level environment configuration that is of interest for an application domain. It is defined as a predicate involving data from one or several data sources. Such approach solves problems introduced by heterogeneity, provides a high level pattern vocabulary and also permits also to integrate expert(s) knowledge into the discovery process. [1]. Second, we introduced the Complex Temporal Dependencies (CTD) that is a quantitative interval-based pattern model extending the pairwise model of [3] to multiple states. It is defined similarly to a conjunctive normal form and allows to express complex temporal relations between states. Contrary to the majority of existing pattern models using support thresholds, a CTD is evaluated with automatic statistical assessment of streams intersection avoiding the use of any significance user-given parameter. [1]. Third, we proposed CTD-Miner a first efficient CTD mining framework. CTD-Miner performs a incremental dependency construction. CTD-Miner benefits from pruning techniques based on a statistical cor-

respondence relationship that aims to accelerate the exploration search space by reducing redundant information and to provide a more usable result set. [1]. Finally, as discovering pairwise significant time lag dependencies is a core operation in the CTD-Miner process, we proposed the Interval Time Lag Discovery (ITLD) algorithm. ITLD is based on a confidence variation heuristic that permits to reduce the complexity of the discovery process from quadratic to linear w.r.t a temporal constraint  $\Delta$  on time lags. [2]

To evaluate our approach, we implemented a motion simulation tool permitting to build data sets corresponding to a wide range of configurations. We also gathered data from a real world experiment using video cameras and real time video processing methods to build a real motion data set. Experiments showed that ITLD provides efficiently more accurate results in comparison with existing approaches. Hence, ITLD enhances significantly the accuracy, performances and scalability of CTD-Miner.

The encouraging results given by CTD-Miner on our real world motion data set suggests that it is possible to integrate insights given by real time video processing approaches in a knowledge discovery process opening interesting perspectives for monitoring smart environments.

## Bibliography

- [1] Amine El Ouassouli, Lionel Robinault, and Vasile-Marian Scuturici. Mining complex temporal dependencies from heterogeneous sensor data streams. In *IDEAS*, pages 23:1–23:10. ACM, 2019.
- [2] Amine El Ouassouli, Lionel Robinault, and Vasile-Marian Scuturici. Mining quantitative temporal dependencies between interval-based streams. In *DaWaK*, volume 11708 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 151–165. Springer, 2019.
- [3] Marc Plantevit, Céline Robardet, and Vasile-Marian Scuturici. Graph dependency construction based on interval-event dependencies detection in data streams. *Intell. Data Anal.*, 20(2):223–256, 2016.

# Interactions Humain-Robot pour Soutenir l'Apprentissage Collaboratif

Alix Gonnnot, Christine Michel, Jean-Charles Marty, Amélie Cordier

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement Bourse Ministérielle, Équipe SICAL

[alix.gonnnot@liris.cnrs.fr](mailto:alix.gonnnot@liris.cnrs.fr) – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/alix-gonnnot>

## Résumé de la thèse

L'objectif de ma thèse est d'explorer les possibilités d'utilisation des robots sociaux dans un contexte d'apprentissage collaboratif. Ces robots présentent en effet des caractéristiques sociales qui pourrait permettre de proposer de nouvelles façons d'apprendre ou d'interagir avec le matériel pédagogique. Mon travail est centré sur l'identification de situations collaboratives dans lesquelles l'utilisation des robots sociaux est pertinente ainsi que la valeur ajoutée qu'ils représentent.

## Introduction

L'apprentissage collaboratif est une démarche active d'apprentissage apportant de nombreux bénéfices aux apprenants sur les plans académique, social et psychologique. Les robots sociaux sont des robots conçus pour interagir avec les humains, plus spécifiquement via des canaux qui sont typiquement dédiés à la communication humain-humain (voix, émotions, etc.). Ils sont de plus en plus utilisés dans des situations éducatives où leurs caractéristiques sociales et aspect incarné peuvent être vus comme des avantages. Cependant, il y a aujourd'hui encore peu d'usages où le robot est en interaction avec les élèves ou l'enseignant et il est plutôt utilisé comme outil pédagogique. Ce manque de déploiement est lié à de nombreux verrous techniques et à un manque contenu pédagogique prêt à l'emploi. De plus, l'utilisation de ces robots en classe pose des problèmes d'acceptabilité. L'objectif de ma thèse, intitulée "Vers de nouvelles formes d'interaction humain-robot pour l'apprentissage", est de comprendre de quelle manière un robot social peut être utilisé pour soutenir l'apprentissage collaboratif, de déterminer la valeur ajoutée réelle de ces nouveaux systèmes dans ce contexte et d'identifier des façons d'interagir avec les étudiants qui sont les plus efficaces. Dans ce but, j'ai choisi d'étudier une variété de situations d'apprentissage collaboratif incluant des robots sociaux.

## Expérimentations

**Résolution d'un exercice avec IJINI** La première expérimentation menée dans cette optique exploratoire couplait le robot IJINI à une activité d'apprentissage collaboratif de type "exercice". L'objectif était de vérifier si l'utilisation de caractéristiques spécifiques aux robots sociaux (voix et utilisation d'expression faciales) était plus appréciée que des interactions classiques textuelles. Nous avons imaginé un scénario où un robot, animé en mode *magicien d'Oz*, guide des étudiants à travers une tâche collaborative, leur donnant également du feedback à certains moments clés. Nous avons comparé l'utilisation de différentes stratégies de com-

munication pour le robot (texte, voix et voix avec expressions faciales) et nous avons pu conclure que l'utilisation de la voix et des expressions faciales du robot conduit à une meilleure perception du robot quand on compare avec l'utilisation du texte ou de la voix seule mais que les attentes en terme d'IA (caractère naturel et fluide de la conversation) sont extrêmement fortes.

**Régulation de la collaboration avec Cozmo** La seconde expérimentation réalisée couplait le robot Cozmo à une activité de réunion pour une formation en mode projet. L'objectif était de déterminer s'il est possible de concevoir un système d'*awareness* se basant sur la *territorialité* et les capacités des robots sociaux à exprimer des émotions dans le but de favoriser la collaboration entre participants. Les utilisateurs disposaient d'une tablette pour exprimer leur ressenti sur l'action en cours. Le robot compilait ces informations pour représenter l'avis général ou personnel des utilisateurs en se déplaçant dans un espace physique représentant la réunion et en effectuant des animations précises associées à des émotions. Des *focus groups* ont été réalisés avec des étudiants et ont montré qu'ils semblent en majorité prêts à utiliser ce type de système et que la stratégie de communication est globalement claire.

## Perspectives

Dans la suite de la thèse, le système de régulation sera évalué en conditions réelles et comparé à d'autres approches de régulation afin de déterminer l'impact du système sur le comportement des utilisateurs, et d'identifier la valeur ajoutée apportée par l'utilisation du robot dans ce contexte. Dans ce but, il sera nécessaire de travailler sur la définition d'un protocole d'expérimentation permettant de mesurer la valeur ajoutée des robots sociaux en situation d'apprentissage collaboratif. Pour cela nous nous intéresserons aux méthodes d'évaluation de l'interaction humain-robot, humain-machine et des systèmes de régulation afin de sélectionner les métriques les plus appropriées à notre contexte.

# Reconstruction automatique de l'occupation des sols historiques dans le cadre d'une étude épidémiologique

Rémi Ratajczak, Carlos Crispim-Junior, Béatrice Fervers, Elodie Faure, Laure Tougne

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement ADEME / Centre Léon Bérard, Équipe IMAGINE  
remi.ratajczak@liris.cnrs.fr – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/remi-ratajczak>

## Résumé de la thèse

Afin de pouvoir inférer un score d'exposition aux pesticides dans le cadre du projet TESTIS, les épidémiologistes du Centre Léon Bérard ont besoin de localiser et d'identifier les parcelles de terrains se trouvant dans un rayon de 1.5 kilomètres autour des lieux d'habitations à la naissance de sujets âgés entre 18 et 45 ans lors du recrutement. L'image correspondant aux parcelles segmentées et classifiées est nommée « occupation des sols ». Malheureusement, il n'existe pas d'annotations disponibles à grande échelle pour l'occupation des sols avant 1990, et la photo-interprétation manuelle d'une image aérienne historique monochromatique représente entre 6 et 10 heures de travail pour un géomaticien expérimenté. Le but de nos travaux est de proposer des solutions logicielles efficaces et innovantes pour accélérer et automatiser l'analyse des sols historiques à partir d'images aériennes d'archives numérisées de très hautes résolutions.

**Données.** Les données utilisées proviennent des archives de l'Institut Géographique National (IGN) qui a numérisé, géo-référencé et mis à disposition du grand public ses acquisitions depuis les années 30. A partir de ces données, les géomaticiens du Centre Léon Bérard ont manuellement généré 81 images d'occupation des sols provenant de différentes localisations et dates (entre les années 70 et 90). En se basant sur ces annotations, nous avons conçu le premier grand jeu de données annotées pour la classification d'images aériennes historiques : HistAerial.

**Extraction de caractéristiques et classification.** Dans un premier temps, nous avons entrepris d'évaluer différentes approches pour la classification automatique des images aériennes historiques. De part la nature des images aériennes et les contraintes inhérentes au déploiement d'outils informatiques sur des machines non adaptées aux calculs scientifiques, nous nous sommes particulièrement intéressés aux approches bas niveaux basées sur la texture. Nous avons notamment proposé une combinaison empirique de caractéristiques texturales, et nous avons montré que cette approche, combinée avec une forêt d'arbres aléatoire, permettait d'obtenir des résultats compétitifs sur HistAerial par rapport aux réseaux de neurones profonds à convolutions, tout en nécessitant beaucoup moins de ressources.

**Colorisation.** Les données historiques disponibles étant majoritairement monochromatiques, nous avons souhaité étudier l'intérêt des méthodes de colorisation non supervisée. Nous avons d'abord adapté et étendu une approche existante à notre cas d'étude pour pouvoir l'appliquer à des images de plus grandes résolutions ; la contrainte principale provenant de l'espace mémoire disponible. Cela nous a permis de montrer que la colorisation des images aériennes historiques permettait de générer des représentations vraisemblables pour les êtres humains, mais aussi que les canaux

couleurs générés permettaient d'améliorer les résultats en classification par rapport à la texture seule. Nous avons ensuite proposé une nouvelle méthode intégrant, sous forme de contraintes, des approches conventionnelles en traitement d'images au sein d'un réseau générateur cyclique.

**Gouramic.** Nous avons intégré nos développements au sein d'un logiciel semi-automatique, permettant à l'utilisateur de guider les résultats pour chaque image à l'aide de traces sémantiques. Une approche incluant l'utilisateur dans la boucle a été choisie afin de permettre la visualisation et l'amélioration incrémentale des résultats. Ce logiciel est actuellement utilisé par le département Cancer et Environnement du Centre Léon Bérard, engendrant des traitements jusqu'à 30 fois plus rapides (environ 15-20 minutes par images au total).

**Segmentation.** Nous travaillons actuellement sur l'amélioration des résultats obtenus en sortie de Gouramic à l'aide d'approches basées superpixels et champs aléatoires conditionnels.

## Références

- [1] R. Ratajczak, C. Crispim-Junior, E. Faure, B. Fervers, L. Tougne. Automatic Land Cover Reconstruction From Historical Aerial Images, IEEE TIP, 2019.
- [2] R. Ratajczak, C. Crispim-Junior, E. Faure, B. Fervers, L. Tougne. Toward an Unsupervised Colorization Framework for Historical Aerial Images Classification, IEEE IGARSS, 2019.
- [3] R. Ratajczak, C. Crispim-Junior, B. Fervers, E. Faure, L. Tougne. Pseudo-Cyclic Network for Unsupervised Colorization, ACM Multimedia Workshop (SUMAC), 2019.

# Apprentissage pour le débruitage d'images de rendu réaliste

Basile Fraboni, Véronique Eglin, Jean-Claude lehl

3<sup>ème</sup> année de thèse, Financement Ministériel INSA, Équipe ORIGAMI - IMAGINE

basile.fraboni@insa-lyon.fr – bfraboni.github.io

## Résumé de la thèse

Les méthodes d'intégration numérique utilisées pour calculer des images génèrent des défauts, qui se manifestent comme du bruit dans les images. Différentes approches existent pour supprimer ces défauts telles que : les méthodes dites *brute force* qui consistent à augmenter le nombre de calcul, les méthodes de réduction de variance qui consistent à créer ou améliorer l'échantillonnage de phénomènes complexes pour améliorer la convergence des images, et les méthodes en post-traitement qui consistent à arrêter les calculs plus tôt et appliquer une gamme de filtres sur les images pour éliminer les derniers défauts. La demande industrielle croissante en terme de qualité d'image et de diversité des phénomènes rendus nécessite constamment de développer de nouvelles techniques. Ces domaines de recherche disposent donc d'un état de l'art très conséquent et sont toujours des sujets d'intérêts dans la communauté scientifique. L'objectif de la thèse est donc de combiner le traitement d'image et le rendu réaliste pour améliorer les techniques de rendu pour la production d'images et le prototypage industriel.

## Introduction

Nous présentons dans ce document les travaux réalisés sur la période d'octobre 2017 à octobre 2019, ainsi que les perspectives futures. Il est à noter que les travaux réalisés se sont éloignés du sujet initial après quelques mois de travaux sur le débruitage, suite à la reprise en février 2018 de nos travaux effectués en 2017 portant sur le développement d'une méthode de rendu multi-caméra exploitant la cohérence entre plusieurs observateurs. Les thématiques de recherche traitées pendant ces travaux sont porteuses et s'intègrent pleinement dans le thème de la thèse. De plus ces travaux ont donné lieu à une publication dans une conférence internationale en 2019. Ils offrent par ailleurs de nouvelles perspectives en rendu réaliste et en débruitage que nous explorons actuellement.

## Méthode de rendu multi-caméra

L'objectif est de développer un pipeline de rendu permettant de rendre une scène statique ou animée depuis plusieurs points de vue lors d'une même simulation. Ce problème est difficile car les algorithmes de rendu ont été formalisés et développés pour rendre un seul point de vue à la fois. Il est donc commun de lancer plusieurs simulations pour rendre plusieurs images d'une séquence. Or un certain nombre de calculs communs peuvent être réutilisés entre les simulations. Nous exploitons donc cette propriété dans nos travaux et proposons un nouveau pipeline de rendu permettant d'accélérer la convergence d'une séquence d'images et de réduire le bruit [FIN19].



rendu indépendant

rendu multi-caméra

## Perspectives

Nos travaux sur le rendu multi-vue nous offrent deux grands axes de développement :

- la réutilisation et le filtrage de chemins dans le contexte du lancer de rayon temps réel,
- la développement des techniques de réutilisation de chemins pour d'autres phénomènes : profondeur de champs, volumétrique, indirect, etc.

Nous disposons de deux prototypes en cours de développement pour étendre notre technique de réutilisation à la profondeur de champs (lentilles) et pour les médiums participant (nuages, brouillard). Nous projetons également de développer un prototype pour le filtrage d'image pour le lancer de rayon temps réel et l'accumulation temporelle.

## Références

- [FIN19] **Adaptive multi view path tracing**, B. Fraboni, J-C. lehl, V. Nivoliers, G. Bouchard, EGSR, 2019., <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02279950/>

# Multi-view acquisition and rendering of animated scenes

Beatrix-Emőke Fülöp-Balogh, Julie Digne, Nicolas Bonneel

3<sup>rd</sup> year of PhD, Funded by CDSN, OrigamiTeam

fulopbea93@gmail.com – <https://liris.cnrs.fr/page-membre/beatrix-emoke-fulop-balogh>

## Abstract

Creating and rendering highly realistic 3D scenes is a time consuming task which usually involves both significant human input and processing power. This task is even more demanding in the case of animated scenes where the frames need not only be plausible individually, but also as a temporal sequence. In this paper we present two methods which leverage data captured by various sensors to ease the process of digitally recreating real-life animated scenes. The first method combines two types of depth sensors to create high-resolution depth videos. Secondly, we present a novel end-to-end approach to video-based rendering designed for an uncontrolled capturing environment.

## Correcting Motion Distortions in Time-of-Flight Imaging

The acquisition of 3D animated scenes is challenging as there currently is no hardware technology that is capable both of capturing scenes at a high frame-rate and with a high spatial accuracy. In this project [CMD18] we introduced a method that uses the motion captured by low-resolution consumer depth sensor capable of real-time acquisition to undistort a point cloud captured by a highly accurate time-of-flight LiDaR system in the span of several seconds.

To undistort the space-time curve captured by the LiDaR sensor, we register it to the 4D volume of the low-resolution depth video. We then advect the high-resolution 4D points both forward and backward in time based on the motion field retrieved from the depth video.

## Casual Video-Based Rendering

Image-based rendering is a useful workaround to render realistic 3D scenes and became prolific with the boom of easily acquirable images of historical monuments, town squares etc. However, the current algorithms offer easy solutions to static scenes only or in highly-controlled dynamic setups.

Our method proposes a flexible solution to navigate dynamic scenes casually captured by a set of uncalibrated freely moving video cameras. We plan to demonstrate our algorithm on synthetic and captured sets of video sequences.

## Rendering Pipeline

Given a set of video sequences  $\mathbf{I} = \{I_s | s = 1, \dots, S\}$ , each composed of frames  $I_s = \{I_{s,t} | t = 1, \dots, T\}$ , captured by freely moving cameras of an animated scene, the aim of the project is to render new video sequences  $\mathbf{R} = \{R_{s,t} | s = 1, \dots, S; t = 1, \dots, T\}$  of the same scene from novel viewpoints.

Given the casual, uncontrolled nature of the acquisition process, the first preprocessing step of the method is to recover the intrinsic and extrinsic camera parameters of each input video sequence along with sparse depth data of the scene using a space-time Structure from Motion algorithm akin to [SfM16].

We next compute the dense depthmaps  $\mathbf{D} = \{D_{s,t} | s = 1, \dots, S; t = 1, \dots, T\}$  of each input frame using a variational formulation which relies on the sparse depth data of the previous step. The algorithm, which is an extension of [BC15], enforces the temporal consistency of consecutive frames as well as minimizes the distance between overlapping areas of simultaneously captured  $D_{s,t}$ .

Finally, we render the  $\mathbf{R}$  by reprojecting  $\mathbf{I}$  based on the depth data  $\mathbf{D}$  to the novel viewpoints. We apply the same optimization framework as in the previous step to ensure the overall visual consistency of the output video sequence.

**Conclusion and Future Work** We have implemented and tested the method on synthetic and captured static scenes for which we obtained promising results. We are currently developing the animated synthetic datasets to assess the accuracy of our algorithm.

## Bibliography

[CMD18] Fülöp-Balogh, B., Bonneel, N., and Digne, J. Correcting motion distortions in time-of-flight imaging, *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Motion, Interaction, and Games*, 2018.

[SfM16] Vo, M., Narasimhan, S. G., and Sheikh, Y. Spatiotemporal bundle adjustment for dynamic 3d reconstruction. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR*, 2016.

[BC15] Bonneel, N., Tompkin, J., Sunkavalli, K., Sun, D., Paris, S., and Pfister, H. Blind Video Temporal Consistency. *ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH Asia 2015)*, 2015.