

Trousse pédagogique en réalité augmentée

Projet de développement d'expertise (autonome)
Volet : innovation technologique
Chercheur responsable du projet : Nadine St-Amand
Enseignant-chercheur libéré pour le projet : Nadine St-Amand
Durée : 12 mois
Budget maximal 52000\$ incluant la libération entre 0.1 et 0.2 etc

<http://www.frgnt.gouv.qc.ca/subventions/pdf/Classification.pdf>

Field : Communication and Information Technologies
Sub field : Artificial Intelligence
Subjects : Virtual Reality
Sub field : Communication
Subjects : Transmission and Processing of Numerical Signals

Description globale

Faites une mise en contexte de votre projet, présentez votre sujet de façon à amener votre problématique

Même si la réalité augmentée est un terme en usage depuis les années 1990, le domaine vient seulement de prendre son essor. Les formats et protocoles en usage sont à chaque fois réinventés selon les besoins spécifiques de l'application développée, et ce, en utilisant les outils d'informatique générale.

Problématique technique

Décrivez votre problématique (à quel problème s'attaque votre projet?)

Cette branche émergente de l'informatique ne dispose pas encore de standards qui lui sont propres. Les algorithmes de compression de la vidéo ne tiennent pas compte de la sévère contrainte temps réel qu'un environnement de réalité augmentée délocalisé lui impose. Il en résulte de terribles problèmes de performance et de consommation de la bande passante.

L'absence de standards en réalité augmentée nuit à l'interopérabilité des applications et des appareils. Par exemple, des appareils qui seront inventés dans le futur ne pourront pas nécessairement utiliser des applications développées aujourd'hui.

Problématique appliquée

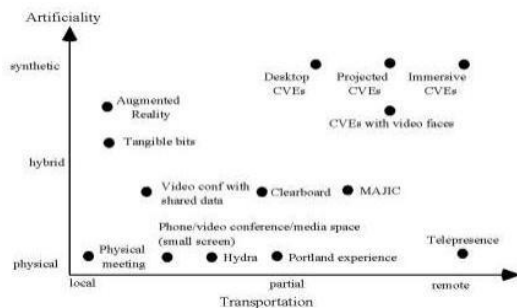
Décrivez votre problématique (à quel problème s'attaque votre projet?)

Le monde de l'éducation ne bénéficie pas ou peu des avancements actuels en réalité augmentée qui sont l'apanage du monde du jeu, du tourisme et du commerce. Les enseignants n'ont pas d'outils pour connecter eux-même un monde réel à des bases de connaissances, les annotations ajoutées dans des documents sont impossibles à imprimer et à partager. Enfin, les projets d'équipes en mode agile ont presque tous les outils pour être gérés de manière délocalisée mais le tableau blanc tangible demeure inaccessible à distance.

État actuel des connaissances

La transmission d'informations client-serveur ou client-client s'effectue traditionnellement de manière texte ou dans des formats binaires selon les besoins de l'application. Une combinaison des deux peut souvent être envisagée. Toutes sortes de protocoles maison sont en usage dans ce champs émergent.

Des chercheurs ont classifiés des applications de réalité augmentée en utilisant le critère d'artificialité et celui du transport de données (Benford S, 1998). Voici le résultat de leur étude qui nous permettra de positionner les protocoles utilisés.



Les protocoles textes

Détournement fréquent de XMPP

Plusieurs équipes utilisent le XMPP pour implémenter la réalité augmentée par détournement de ce protocole de messagerie et présence instantanée. (Seeburger, 2012) (Dejan Kovachev, 2014) (Thomas Grill, 2013) Cependant de gros acteurs l'abandonnent car ce protocole

devient de plus en plus limité. (Vaughan-Nichols, 2013) Le protocole XMPP est extensible via les extensions XEP permettant de définir des xml plus spécialisés selon les besoins, par exemple pour l'internet des objets (Waher, 2014).

De nouveaux formats et protocoles

Certaines équipes se concentrent sur l'amélioration et l'utilisation de protocoles sémantiques basées sur le XML. (Martin Lechner, 2010) Les efforts de Google dans l'implémentation de services de géolocalisation influencent la standardisation de cette pratique. (Alex Hill, 2010)

Les protocoles binaires

Détournement de protocoles classiques

Les formats de compression MPEG utilisés sur un flux continu sont en usage pour un genre d'application de réalité augmentée (Blagica Jovanova, 2011) Cependant ces formats se spécialisent pour les nouveaux besoins (Panagiotis Papadimitriou, 2005)

De nouveaux formats et protocoles

De nouvelles variantes étudiées en laboratoire dites MPEG proposent surtout la caractérisation sémantique des contenus multimédia avec MPEG-A (Group, April 2005) et aussi la sélection dynamique du meilleur format MPEG existant pour une situation donnée avec MPEG-7 (Danco Davcev, 2004).

Il existe des transmissions de flux (streaming) dites adaptatives lorsqu'elles s'adaptent au réseau (Bolas, Merritt, Benton, Woods, & Bolas, 2000) (ROMERO) mais aussi lorsqu'elles s'adaptent à l'appareil mobile cible (Qualcomm, 2015) (Kristian Evensen, 2014) et, par abus de langage dans un contexte moins technique, à l'utilisateur (Woontack Woo, 2012) ou à l'environnement (Tobias Langlotz, 2014)

Une norme nommée MPEG-DASH est conçue pour être adaptative (Forum, 2013) à la fois en fonction du réseau qu'en fonction de la capacité de l'appareil-cible (Qualcomm, 2015) et se

La réalité augmentée doit rencontrer les critères suivants :

AR should be the mixture of video sequence and computer generated imagery, AR applications have to run in real time and virtual objects have to be properly aligned (registered) with real world structures. (Azuma R, 2003) (Azuma, 2001)

compare bien aux solutions propriétaires telles que Microsoft Smooth Streaming, Adobe HTTP Dynamic Streaming et Apple HTTP Live Streaming (Christopher Müller, 2012). Ce dernier est en phase de devenir un standard officiel de Internet Engineering Task Force (IETF) (ROMERO)

Quelques cas particuliers de recherches plus pointues sont à signaler. Des formats de scènes 3D peuvent être répartis sur des réseaux distribués (Wrobel, 2010) notamment via le peer-to-peer (Shun-Yun Hu, 2006) et c'est notamment indiqué lorsqu'une interaction 3d est nécessaire (Shun-Yun Hu T.-H. H.-C.-L.-R.-Y., 2008). Certains protocoles sécurisés sont optimisés pour maintenir l'adaptation dans un contexte sécurisé (Shirmohammadi, COMSOC MMTC E-Letter). D'autres protocoles envoient incrémentalement les actions d'un jeu en cours (T. Sturgeon, 2006) mais il ne s'agit pas de compression incrémentale de scènes.

Les formats de scènes 3D sont étudiés depuis peu de temps pour appliquer et optimiser les techniques adaptatives à ces formats (Maamar, 2013). Il n'a pas été recensé dans la littérature d'occurrence de compression du flux vidéo qui tenait compte des éléments spécifiques de la réalité augmentée. On ne retrouve pas non plus de recherche ou de protocole exploitant au maximum les optimisations qui peuvent être obtenues d'un découpage incrémental excepté le cas particulier des mèches distribuées.

Les protocoles mixtes

Puisque la réalité augmentée requière une mixture d'éléments incluant de l'imagerie, de la vidéo, des commandes et des points vectoriels (Azuma T, 2003), un protocole mixte pourrait s'avérer nécessaire dans plusieurs situations.

Certains protocoles utilisés avec succès combinent les données textuelles et non-textuelles. (Felipe P. Vista IV, 2010) . Il est parfois possible de concevoir le protocole mixte sur plusieurs couches du modèle OSI (Marcello Coiana, 2008) Certaines équipes admettent l'indisponibilité de protocoles adaptés à leur besoin spécifique (Matthias Berning, 2012).

Transfert technologique en éducation

La réalité augmentée, lorsqu'utilisée adéquatement, est utile à l'éducation. (Danakorn Nincareana, 2013) (Kaufmann, 2003) Il reste cependant à démontrer que l'application de la réalité augmentée aide à implémenter des dispositifs éducatifs durables dans le temps. La réalité augmentée offrant des versions améliorées de ces outils, le point de départ des implémentations actuelles provient aussi de l'existant.

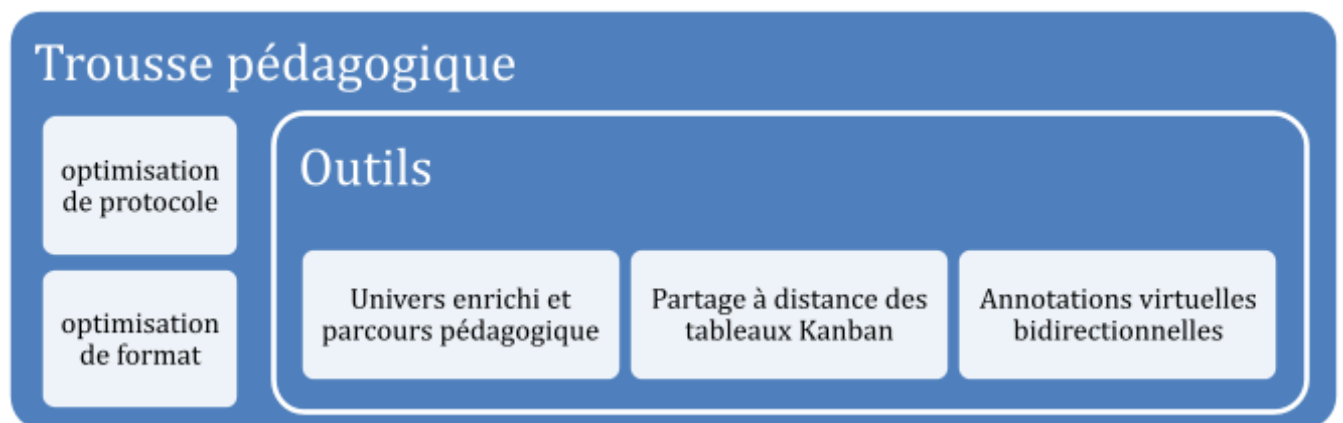
Cependant, aucune publication n'a été recensée concernant les applications de réalité augmentée dans le domaine de l'éducation exploitant les dernières avancées en protocoles et format.

Objectifs

Présenter l'objectif général de votre projet

L'objectif général du projet sera d'implémenter une trousse pédagogique en réalité augmentée géolocalisée sur tablette numérique. Cette trousse présenterait divers outils d'intérêt général pour les enseignants : univers et parcours pédagogiques géolocalisés, partage à distance des tableaux blancs de projet agile et système d'annotation de documents de travail en réalité augmentée.

L'objectif général de la branche 'protocole et format' est de contribuer aux vastes travaux de standardisation et d'optimisation des formats et protocoles utiles à la réalité augmentée. Ce projet s'inscrit dans ce vaste chantier.



Univers et parcours pédagogique

L'univers pédagogique présenterait des personnages cachés en divers lieux géographiques prêts à nous livrer un enseignement contextuel. Des objets d'une autre époque, les plans internes ou les principes qui soutiennent un système pourront également être consultés en réalité augmentée lors de la visite du lieu enrichi. De plus, des parcours pourront y être programmés par l'enseignant pour faciliter la découverte des éléments cachés. Des quizz ou trivia seront proposés au participant d'une manière contextuelle. Afin de solliciter une certaine collaboration entre les apprenants, ce trivia les amènera à partager momentanément leur réalité augmentée.

Un tel outil présentera un double objectif : soit une architecture modulable et réutilisable qui serait pédagogique dans l'étude des outils de la réalité augmentée par les étudiants. Cet outil servira de base pour la recherche d'optimisation de protocoles et formats en réalité augmentée. Cela sera sa version de modèle-jouet.

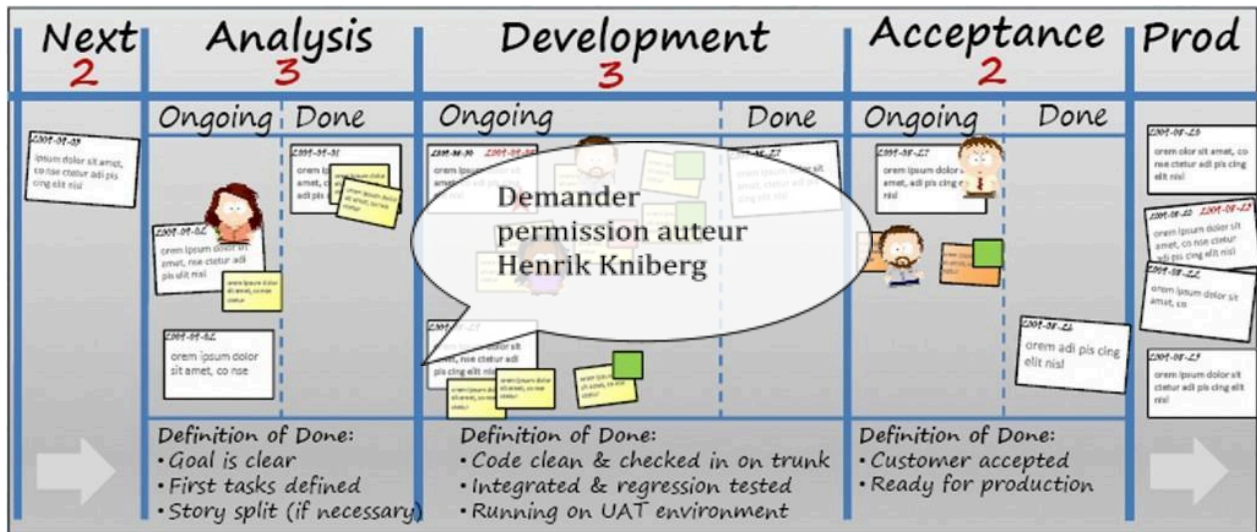
Le développement de l'outil servirait de prétexte à appliquer et optimiser différents formats, protocoles et stratégies informatiques relatifs à cette situation de réalité augmentée.

Le principe du logiciel est facilement transférable à d'autres domaines applicatifs tels que le monde du jeu et la valorisation touristique.

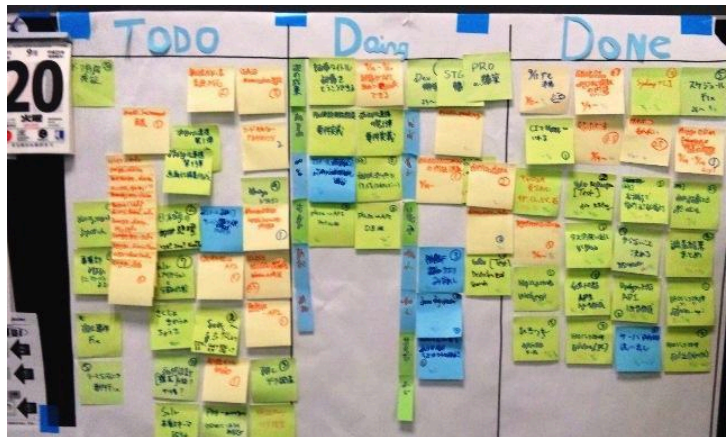
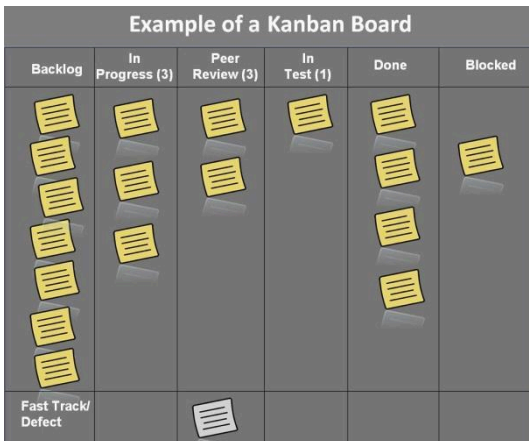
Bien sûr, ce travail n'utiliserait pas de framework de réalité augmentée existant mais travaillerait de manière à contrôler les paramètres et les formats utilisés, en bas niveau lorsque cela s'avère nécessaire.

Partage à distance des tableaux Scrumban (ou tableaux agiles Kanban)

Les tableaux blancs agiles sont utilisés à l'école tout comme dans l'industrie pour gérer l'avancement des projets. Ces tableaux, inspirés des tableaux Kanban, ont été renommés Scrumban pour leur application agile encadrée par la méthode scrum.



Ils sont inspirés des tableaux Kanban, mais y ajoutent des étapes relatives au génie logiciel (analyse, développement, acceptance, production) et parfois relatives à la méthode scrum (backlog, rebou). Les tableaux Kanban de base ne présente que quelques étapes : À faire, en cours et fait.



L'outil qui sera développé par ce projet permettra de transposer dans une réalité virtuelle l'avancement réel des tâches qui sont présentées sur des post-it afin que les participants à distance puisse consulter le tableau scrumban. L'outil présente l'avantage supplémentaire d'enregistrer

Annotations virtuelles bidirectionnelles

L'outil d'annotations virtuelles permet d'ajouter des annotations à un document édité de manière habituelle. Ces annotations sont ancrées via des ancres virtuelles tels que les qr codes. L'utilisateur qui imprime et consulte le document peut, avec sa tablette ou son téléphone, faire apparaître les annotations textes ou jouer les annotations vidéos. Enfin, cet utilisateur peut ajouter ses propres annotations au document avec son téléphone tout en le consultant.

Objectifs spécifiques

Dans une liste numérotée, décrivez les objectifs spécifiques en ce qui a trait aux résultats anticipés

Cet objectif appliqué de trousse pédagogique sera atteint par l'analyse comparative des protocoles et formats en usage et par la proposition d'outils servant à choisir et à doser les protocoles à utiliser. Le projet travaillera également à l'optimisation sur les protocoles en temps réel et sur les algorithmes de formats de réalité augmentée.

- 1) Développer un modèle-jouet de réalité augmentée (basée sur la projection d'information géolocalisées sur flux vidéo)
- 2) Développer l'outil Univers enrichi et parcours pédagogique
- 3) Développer l'outil Partage à distance des tableaux Kanban
- 4) Développer l'outil Annotations virtuelles bidirectionnelles

Méthode

Décrivez votre méthode en expliquant pour chaque objectifs : quel sont les problèmes à résoudre ou les défis à relever et le résultat attendu

1) Développer un modèle-jouet de réalité augmentée (basée sur la projection d'information géolocalisées sur flux vidéo)

Le défi et l'opportunité de ce travail est l'appropriation et l'optimisation des techniques variées de stockage et de transmission des informations de réalité augmentée. Une question qui se pose à l'heure actuelle est : existe-t-il une manière d'exploiter la redondance 3D d'une scène vidéo 2D quasi-immobile lorsque l'acteur s'y déplace (4D) sans détecter et modéliser tout l'environnement ?

Un outil idéal présenterait des crochets pour varier les protocoles et formats utilisé, prouesse probablement réalisée par l'exploitation de design pattern du génie logiciel.

Le résultat de cette étape est un framework ou prototype utilisable dans l'expérimentation de protocoles et formats et applicables aux développements appliqués de réalité augmentée.

2) Développer l'outil Univers enrichi et parcours pédagogique

Cette application à la base présente le cas où le participant combine le flux vidéo avec la réalité augmentée 'in situ' et n'a pas besoin de retransmettre l'information à distance.

Pour générer le cas de retransmission de flux vidéo, on a ajouté le cas de figure où deux participants travaillent en équipe dans un univers enrichi et doivent répondre à la question de quizz posée.

Un défi supplémentaire est posé par cette application par le fait de la très mauvaise précision de détection de géolocalisation lorsqu'un participant est à l'intérieur d'un bâtiment ou qu'il se déplace peu. Des stratégies basées sur des mesures de déplacement, des synchronisations avec des émetteurs ou encore des détections d'objets pré-déterminés pourraient s'avérer nécessaire.

Le résultat de cette étape est :

- un prototype de retransmission en temps réel de vidéo en réalité augmentée
 - un algorithme d'amélioration de la localisation des participants par combinaison des sources d'information
-

- une application pédagogique d'univers enrichi et de parcours pédagogique

3) Développer l'outil Partage à distance des tableaux Kanban

Cette application présente le cas où le participant retransmet une version simplifiée de la réalité après détection initiale des 'post-it' de tâches sur un tableau physique, puis de leur déplacement éventuel. Cet exercice permet d'expérimenter un protocole de transmission d'information différentielle. De plus, l'exercice nécessitera l'application de méthodes plus synthétique que les QR-code pour la détection étant donné le format déjà relativement petit d'un 'post-it'.

Le résultat de cette étape est :

- un protocole texte différentiel appliqué au monde agile
- une version simplifiée des qr-code pour les notes miniatures
- un outil de suivi des projets scolaires agiles à distance

4) Développer l'outil Annotations virtuelles bidirectionnelles

Le défi et l'opportunité de cet outil est d'expérimenter et d'optimiser la réalité augmentée impliquant une proximité avec l'appareil principal et opérant notamment avec une communication bluetooth. De plus, une balance entre la communication de proximité et la communication à distance fait l'objet d'un équilibre qui peut être optimisé pour les besoins applicatifs.

Les résultats de cette étapes sont

- une meilleure compréhension des défis posés par la communication de proximité intermittente dans le contexte d'une application mobile dépendante de sources de données locales et distantes
- un prototype de système d'annotation appliqué au contexte pédagogique de téléenseignement

Évaluation des risques et plan d'atténuation

À quelle genre de complication vous attendez vous? Comment prévoyez vous y répondre, comment contournez-vous le problème pour arriver à vos fins?

Une des embûches de ce projet est l'hermétisme des acteurs du domaine sur les informations d'implémentation qui sont des éléments stratégiques pour leur avance industrielle. Cet hermétisme nuit au projet de recherche puisque la revue de littérature représente forcément une vision parcellaire de l'état réel de la connaissance. Normalement la recherche avance en se basant sur tous les travaux des prédécesseurs. Ici, il est possible que les avancées techniques réalisées au centre de recherche ne soient pas de réelles avancées et qu'elles aient été réalisées dans le secret des laboratoires des grandes firmes.

Bien que ce désavantage ne puisse être contourné, la pertinence de la recherche demeure étant donné que les avancées propriétaires restent innaccessibles à la communauté. Ces avancées ne sont pas pour le moins vaines puisqu'elles permettent à la version 'publique' de cette connaissance d'avancer.

Plan de mise en œuvre

Sous forme graphique (tableau, Gantt, ...) répartissez les tâches dans le temps pour chaque membre de l'équipe

À préciser avec Camille.

Retombées

Retombées sur le Cégep de Matane et le CDRIN

*Qu'est-ce que votre projet apportera au Cégep et au CDRIN?***Je peux vous aider pour cette section!*

Ce projet de transfert entrainera l'équipe à améliorer son expertise dans les sujets touchés par la recherche soit : la réalité augmentée, les protocoles et formats en réalité augmentée, la compensation de la géolocalisation, l'alternance des sources de données. Cela améliorera la capacité des chercheurs à réaliser des travaux, recherches et avancées de plus en plus pointues dans ce domaine.

Retombées sur l'enseignement et la formation

Qu'est-ce que votre projet apportera à votre expertise? Comment allez-vous intégrer vos nouvelles connaissances dans le cadre de vos cours (nommez ces cours et donnez des exemples)? Qu'est-ce que ça apportera de plus à votre département, à vos étudiants, ...

Suite à ce projet, j'aurai une fine connaissance des formats et protocoles en usage dans le domaine de la réalité augmentée, que ce soit en 3D ou en 2D, du côté mobile ou avec les 'wearables'. Cette connaissance m'aidera notamment à intégrer des exemples pertinents de programmation de fichier ou de communication réseau dans les projets de programmation des étudiants.

Dans le cours de **Programmation mobile**, une séance sur la réalité augmentée pourrait être intégrée au cours, ce serait le moment de présenter un topo sur les formats et protocoles en usage et en développement par l'industrie.

Dans le cours **Projet dans un environnement graphique**, nous développons déjà des protocoles sur mesure pour des projets de jeux client-serveur. Ces protocoles pourraient se voir améliorés par les conclusions de la recherche.

Dans le cours **Structures de données**, l'exploitation des formats de fichiers relatifs à la réalité augmentée pourrait être intégrée aux exercices du cours.

Pour le ou les étudiants qui travailleront sur votre projet, qu'est-ce que cette expérience leur apportera?

Un étudiant pourrait s'occuper de l'aspect validation du protocole en l'intégrant dans un projet réel appliqué. Il pourrait aussi, de manière plus dédiée au projet de recherche, travailler sur l'implémentation des 'benchmark' comparant des algorithmes de compression dans différents contextes.

Un tel travail lui apporterait une grande expérience du développement mobile et embarqué. De plus, cette expérience le sensibiliserait d'une manière durable sur le format des communications en temps réel et sur l'utilisation du réseau.

Retombées sur le milieu utilisateur

Comment votre projet aidera le milieu utilisateur? Qui bénéficiera de votre projet et comment?

Individuellement, les petites entreprises seront mieux outillées pour choisir et utiliser des protocoles de communication en temps réel. Leur réalisations auront un degré d'optimisation de plus que sans nos travaux et ceci rendra possible des projets qui n'auraient vu le jour autrement.

Collectivement, les différents acteurs du milieu pourront avoir des outils qui se parlent plus facilement si les formats de compressions et les protocoles de communication sont normalisés.

Transfert et diffusion des résultats

Comment allez vous transférer les résultats de votre projet? Présentation au Cégep? Aux portes-ouvertes? Congrès? Site web?

J'appliquerai pour que le CDRIN devienne membre des groupes de travail sur les développements des standards au IEEE (<http://standards.ieee.org/develop/project/1907.1.html> et/ou <http://standards.ieee.org/develop/project/1828.html>).

Je présenterai l'évolution des travaux et leurs résultats lors de congrès tel que celui de l'ACFAS. De plus, le colloque des enseignants en TI se prête bien à des présentations de sujets satellites qui mettent en valeur nos recherches. D'autres colloques pourraient être identifiés pour communiquer les résultats.

Une section du site web du CDRIN pourrait être attribuée à la branche 'protocoles et formats' et pourrait présenter l'avancée du travail sur ce projet.

En ce qui concerne le grand public, il sera difficile de leur transmettre les résultats étant donné l'aspect très abstrait de cette matière. Cependant, une démonstration basée sur une application réelle, rendue possible par notre optimisation, pourrait être présentée lors des journées portes ouvertes.

Bibliographie

État des connaissances

- Alex Hill, B. M. (2010). KHARMA: A KML/HTML Architecture for Mobile Augmented Reality Applications. (G. C. Technology, Éd.) *Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2010 9th IEEE International Symposium on*, pp. 233-234.
- Azuma T, C. R. (2003). A longitudinal study of neuropsychological change in individuals with Parkinson's disease. *Int J Geriatr Psychiatry*, 1115-20.
- Blagica Jovanova, I. A.-T. (2011). Mobile mixed reality games creator based on MPEG-4 BIFS. (IEEE, Éd.) *ICME*, 1-4.
- Bolas, M. T., Merritt, J. O., Benton, S. A., Woods, A. J., & Bolas, M. T. (2000). Adaptive streaming protocol for mobile-augmented-reality-based concurrent engineering. (S. Proceeding, Éd.) *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VII*, 3957.
- Christopher Müller, S. L. (2012). An Evaluation of Dynamic Adaptive Streaming. *MoVid '12 Proceedings of the 4th Workshop on Mobile Video*, (pp. 37-42). Chapel Hill, North Carolina.
- Danakorn Nincareana, M. B. (2013). Mobile Augmented Reality: the potential for education. *13th International Educational Technology Conference*, pp. 657 – 664 .
- Danco Davcev, S. K. (2004). Augmented Reality System Interface for Dance Analysis and Presentation Based on MPEG-7. *IASTED Visualization, Imaging and Image Processing*. At Marbella, Spain.
- Dejan Kovachev, P. N. (2014). Mobile Real-Time Collaboration for Semantic Multimedia. (Springer, Éd.) *Mobile Networks and Applications*, 19(5), 635-648.
- Dejan Kovachev, Y. C. (2012). Augmenting Pervasive Environments with an XMPP-Based Mobile Cloud Middleware. *Mobile Computing, Applications, and Services*, 76, 361-372.
- Felipe P. Vista IV, D. J. (2010). Remote Control of Machine Vision Processing System. *4th European Education and Research Conference (EDERC)*, (pp. 32-26). Nice.
- Forum, D. I. (2013). *FAQ*. Récupéré sur Dash Industry Forum: <http://dashif.org/faq/>
- Group, M. P. (April 2005). *MPEG-A: A New Kind of MPEG Standard*.
- Kaufmann, H. (2003). Collaborative Augmented Reality in Education. *Imagina Conference 2003*.
- Kristian Evensen, T. K. (2014). Adaptive Media Streaming to Mobile Devices: Challenges, Enhancements, and Recommendations. (H. P. Corporation, Éd.) *Advances in Multimedia, 2014*.
-

- Lechner, M. (2010). ARML - Augmented Reality Markup Language. *International AR Standards Workshop*.
- Maamar, H. B. (2013). Streaming 3D meshes over thin mobile devices. (IEEE, Éd.) *Wireless Communications*, 20(3), 136-142.
- Marcello Coiana, A. C. (2008). Test-Bed for Multimodal Games on Mobile Devices. *Second International Conference, Eindhoven* (pp. 75-87). The Netherlands: Proceedings.
- Martin Lechner, M. T. (2010). ARML - An Augmented Reality Standard. *Mobile Augmented Reality Summit in Barcelona*.
- Matthias Berning, T. R. (2012). Augmented Service in the Factory of the Future. *Ninth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS)*, (pp. 1-2). Antwerp.
- Panagiotis Papadimitriou, S. T. (2005). *Multimedia Streaming over the Internet: A Review Technologies and QoS-Aware Management Techniques*.
- Qualcomm. (2015). *Seamless adaptive streaming*. Récupéré sur Qualcomm: <https://www.qualcomm.com/invention/research/projects/dash>
- ROMERO, L. R. (s.d.). A Dynamic Adaptive HTTP Streaming. *Master of Science Thesis*. Stockholm, Sweden: School of Information and Communication Technology (ICT) Royal Institute of Technology (KTH).
- Seeburger, J. F. (2012). The Sound of Music: Sharing Song Selections between Collocated Strangers in Public Urban Places. (A. f. (ACM), Éd.) *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 1-10.
- Shirmohammadi, R. I. (COMSOC MMTC E-Letter). Secure Adaptive Video Streaming in the Compressed-Domain: Benefits and Drawbacks. (IEEE, Éd.) *IEEE COMSOC MMTC E-Letter*.
- Shun-Yun Hu, S.-C. C.-L.-R. (2006). A Case for Peer-to-Peer 3D Streaming. *ASCEND TECHNICAL REPORT*.
- Shun-Yun Hu, T.-H. H.-C.-L.-R.-Y. (2008). FLoD: A Framework for Peer-to-Peer 3D Streaming. *INFOCOM 2008. The 27th Conference on Computer Communications*. Phoenix: IEEE.
- Thomas Grill, M. T. (2013). The ConWIZ Protocol: A Generic Protocol for Wizard of Oz Simulations. *3Lecture Notes in Computer Science*, 8112, pp. 434-441.
- Tobias Langlotz, T. N. (2014). Next-Generation Augmented Reality Browsers: Rich Seamless, and Adaptive. *Proceedings of the IEEE*, 102(2).
- Vaughan-Nichols, S. J. (2013, 5 28). *Google moves away from the XMPP open-messaging standard*. Récupéré sur ZDNet: <http://www.zdnet.com/article/google-moves-away-from-the-xmpp-open-messaging-standard/>
-

Woontack Woo, S. J. (2012). *Brevet n° US 20120327119 A1*.

Normes

IEEE Standards and projects most relevant to augmented reality

<http://standards.ieee.org/innovate/ar/stds.html>

Standards existants en réalité augmentée

<http://www.perey.com/ARStandards/existing-standards/>

Extensions sur mesure au XMPP

<http://xmpp.org/xmpp-protocols/xmpp-extensions/>

Marques-pages collaboratifs

Liste évolutive des sources de travail en ligne

https://delicious.com/nadine_cdrin
