

Rapport de réinscription

Titre provisoire : Conception des systèmes d'information géographique interactifs
Nom : Mathieu Petit
Adresse : Institut de Recherche de l'École navale
Ecole Navale
29240 Lanvéoc Poulmic
Téléphone : +33 (0)298 233 678
Email : mathieu.petit@ecole-navale.fr
Encadrant : MCF. Cyril Ray
Directeur : PU. Christophe Claramunt
Laboratoire : Institut de Recherche de l'École navale (IRENav)

Conception des systèmes d'information géographique interactifs

Mathieu Petit

État d'avancement en fin de troisième année

1 Activités de l'année écoulée

1.1 Activités dans le cadre de la thèse

Les travaux effectués cette année concernent la généralisation du modèle géographique de système adaptatif précédemment étudié [3]. Une plateforme de conception d'un système interactif distribué qui utilise l'information sur l'espace géographique d'exécution comme primitive a été décrite et a fait l'objet d'une publication. Un stage de recherche de deux semaines au laboratoire d'Informatique de Grenoble, avec l'équipe d'Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine, a permis de cadrer l'influence de la description géographique dans un modèle de conception de système établi, basé sur les arbres de tâches concurrents [5].

Un projet commun avec l'équipe d'informatique de l'University College de Dublin vise à définir une méthode générique de perception et d'interprétation des préférences de l'utilisateur d'un système d'information géographique interactif, et à l'appliquer à la définition du contexte utilisateur.

1.2 Formations suivies dans le cadre de la thèse

Durant l'année écoulée, une semaine de formation aux doctoriales a été suivie, un cours de formation scientifique niveau master recherche sur la modélisation de courbes a été validé et un stage de recherche sur l'ingénierie des systèmes a été effectué au sein du laboratoire d'informatique de Grenoble.

1.3 Participation à des séminaires de recherche

- | | |
|------------------|--|
| 10 dec. 2007 | Conférence invitée : "Multi-user collaboration in a distributed and adaptive GIS", Hong-Kong Chinese University, Institute for Space and Earth Information Science; |
| 17 juil. 2007 | Séminaire "Système d'information géographique adaptatifs", à l'Ecole Navale avec participation de l'University Collège de Dublin, dans le cadre d'un partenariat Égide Ulysse. |
| Jan. → jul. 2008 | Séminaires mensuel de l'Institut de recherche de l'Ecole Navale. Les thématiques abordées couvrent les champs d'activités des équipes du laboratoire. |

1.4 Enseignements donnés

150 heures de cours en équivalence TD ont été assurés, dont plus 80% dans des matières informatiques proche de la thématique de thèse. En sus de ces cours, un certain nombre d'heures ont été consacrées à la surveillance d'examens et à la correction de copies.

| Durée | Intitulé | Contenu |
|--------------|---------------------------|---|
| 26h | Bureautique | Utilisation des logiciels Excel, Word et Powerpoint |
| 14h | Programmation avancée | Mise en oeuvre en C++ de notions d'algorithmique avancée : récursivité, pointeurs, listes chaînées |
| 30h | Sécurité | Écoute réseau, analyse de trames, prise de contrôle et moyens de protection |
| 18h | Interaction Homme-Machine | Mise en oeuvre en java des principes de conception d'un système interactif |
| 14h | Intelligence Artificielle | Mise en oeuvre de systèmes multi-agents, réseaux de neurones, algorithmes génétiques et programmation logique |
| 24h | PIA | Encadrement d'un binôme d'élèves officiers pour un projet d'initiation sur le thème du dessin de graphes |
| 24h | PVA | Encadrement d'un binôme d'élèves officiers pour un projet d'approfondissement sur le thème des interfaces distribuées |

1.5 Participation à des congrès

Une participation à un congrès international avec comité de relecture et publication papier des actes :

11-12 dec. 2008 8th International Symposium on Web and Wireless GIS à Shanghai, pour l'article "A design process for the development of an interactive and adaptive GIS" [2].

1.6 Participation à des articles de revues

Un article de revue internationale avec comité de relecture :

Avr. 2008 Article "An adaptive interaction architecture for collaborative GIS" publié dans le numéro spécial "Modeling and Visualization for Spatial Decision Support" de la revue internationale Cartographic & Geographical information Sciences, éditée par l'American Congress on Surveying and Mapping (ACSM) [5].

1.7 Justification de la demande de prolongation exceptionnelle

Le statut d'assistant d'enseignement et de recherche au sein de l'Ecole Navale est orienté vers les cours aux élèves. Ma charge annuelle de 150h équivalent TD rend nécessaire l'obtention d'une année de thèse supplémentaire pour mener à bien mes travaux de recherche.

2 Planning 2008/2009

Le planning de thèse prévu doit mener à une soutenance à la fin septembre 2009, à l'échéance du contrat d'assistant d'enseignement et de recherche. Cinq mois de rédaction sont prévus à partir de janvier 2009.

En termes de publications, la collaboration avec Dublin doit donner lieu à un article de synthèse sur la personnalisation des systèmes d'information géographique d'ici mars 2009. Un article présentant la méthodologie de prise en compte de l'espace géographique dans la conception d'un système est en cours de rédaction pour un numéro spécial de la revue d'ingénierie des systèmes.

Échéancier

| | |
|---------------------|---|
| Sep. → dec. 2008 | Développement d'un prototype pour la validation du modèle de conception centrée sur la géographie |
| Nov. → dec. 2008 | Écriture du plan du mémoire détaillé avec les grandes lignes du contenu des sections |
| 24 nov. → 29 nov. | Visite à l'University College Dublin pour travailler sur la personnalisation des SIGs |
| 01 dec. 2008 | Deadline de l'article pour la revue d'ingénierie des systèmes |
| 08 dec. → 14 dec. | Conférence Web & Wireless GIS |
| 19 dec. 2008 | Validation du plan du mémoire |
| Jan. → Juin 2009 | Période de rédaction |
| Avr. 2009 | Campagne d'essais du prototype lors du Grand Prix de l'Ecole Navale |
| 15 Juin 2009 | Envoi du manuscrit final à l'école doctorale |
| Début juillet 2009 | Envoi du manuscrit aux relecteurs |
| F'in août 2009 | Retour des relecteurs et correction du mémoire |
| Sep. 2009 | Préparation à la soutenance |
| F'in septembre 2009 | Soutenance de thèse (sous réserve de l'obtention de l'autorisation de soutenance) |
| mi-octobre 2009 | Remise du rapport définitif (sous réserve de l'acceptation de la thèse) |

3 Résumé long des travaux

3.1 Introduction

Cette thèse s'intéresse à la conception de systèmes mobiles dans des environnements géographiques. Ces systèmes reposent sur l'utilisation d'informations contextuelles dynamiques pour adapter les données et les outils d'interaction présentés aux utilisateurs. La recherche porte sur l'influence de l'environnement géographique dans l'identification et la caractérisation des mesurables du contexte géographique d'un tel système. Avec le développement de la cartographie numérique sur Internet et la profusion d'informations localisées facilement accessibles, des changements importants dans l'utilisation des SIG amènent à approfondir leurs modèles de conception [1] :

- passage d'une utilisation par des utilisateurs experts à des utilisateurs sans connaissances préalable du domaine,
- tendance à l'usage en mobilité, par le biais de micro-services spécialisées,
- importante variabilité des situations d'utilisation et des plateformes d'interaction.

Ces nouvelles contraintes définissent un espace contextuel dynamique à l'exécution dont les dimensions ont été décrites dans [3] et qui doivent être prises en compte dès les premières étapes de la conception logicielle. Nous proposons une méthode de design d'un service mobile et distribué qui part d'une description de l'environnement pour construire les différents niveaux de contexte qui influencent le comportement du service. Le niveau géographique constitue un point d'entrée pour la définition des différentes dimensions du contexte système, à partir desquels seront déterminés des groupes d'utilisateurs qui manipulent les mêmes concepts et outils.

3.2 Approche conceptuelle

Les méthodes de conception de systèmes interactifs répondent en premier lieu à la question "quels sont les objectifs des utilisateurs du système?", puis ils énoncent les étapes nécessaires à l'accomplissement de ces objectifs par un ensemble de *tâches* organisées sous forme d'arbres. Dans le cadre du déploiement d'un système distribué dans un environnement géographique, le système est fortement contraint par la situation géographique, où l'évolution de la localisation spatiale et temporelle de ses composants est prépondérante. En plus du scénario nominal qui décrit les concepts manipulés et les tâches, le cadre de conception étendu intègre la versatilité de l'environnement du système, et caractérise *l'influence de l'environnement géographique sur le déroulement du scénario nominal*(Fig. 1).

Partant d'une description du contexte géographique basée sur les intersections de quatre types de régions [2], des contraintes de localité comme "la tâche T_x est effectuable dans la région R_y " ou "le concept C_x est disponible dans la région R_y , et provient de la région R_x " enrichissent le modèle de conception (Fig. 1(a)). Les concepts et tâches du système sont repartis dans l'espace du système (Fig. 1(b)). Une étape de raisonnement spatial combine les régions et précise quels sont les contextes déterminants du système (Fig. 1(c)). Enfin ces contextes étiquettent l'arbre des tâches et expriment les conditions d'environnement nécessaire à l'exécution d'une tâche (Fig. 1(d)).

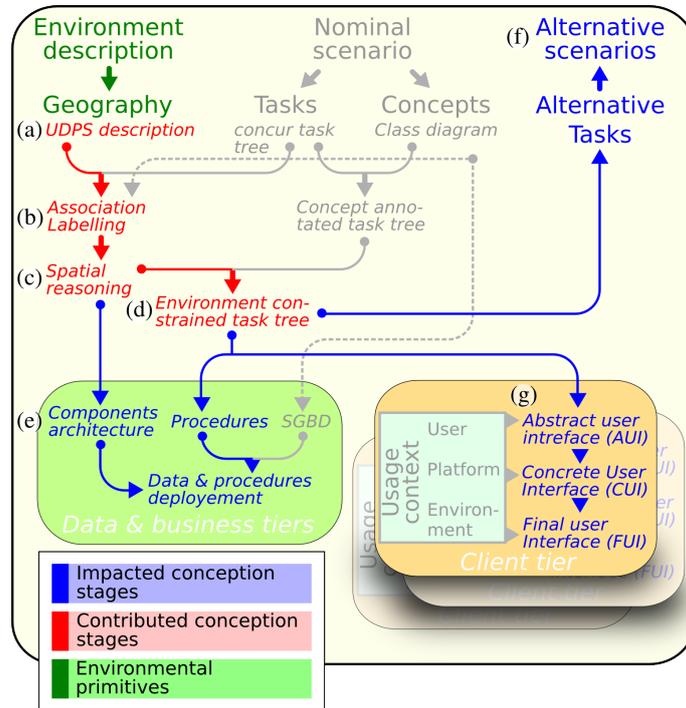


FIG. 1 – Cadre de conception étendu et contribution directe et indirecte de l’approche géographique

Ces étapes supplémentaires influencent indirectement la suite de la conception : la distribution physique du système et la conception de la couche d’interaction. L’architecture est distribuée et s’adapte à la description de l’environnement. En particulier, on choisit le déploiement des procédures et des données sur des plateformes physiques adaptées à la perception des variations topologiques des régions (Fig. 1(e)). L’arbre des tâches étiqueté des topologies est le point de départ de la conception de la partie cliente. Les tâches alternatives et les tâches du cas nominal sont intégrées au sein d’une IHM homogène, au sens de l’ergonomie des interfaces.

Dans le sens de la remontée, les tâches alternatives décrivent les scénarios qui n’ont pas été prévus lors de l’écriture du scénario nominal et qui spécifient la réponse apportée par le système lorsque l’environnement géographique d’exécution diffère de l’environnement “nominal” (Fig. 1(f)).

3.3 Collaboration multi-utilisateurs

Le contexte d’usage distingue les dimensions d’*environnement d’interaction*, de *plateforme d’interaction* et d’*utilisateur*. Ces dimensions sont à géométrie variable, et un triplet $\langle \text{plateforme}, \text{environnement}, \text{utilisateur} \rangle$ caractérise la cible du système à un moment donné (Fig. 1(g)). Les conditions d’environnement et la variabilité de la plateforme d’interaction, qui influencent plus certainement la présentation et l’IHM que les données elles-mêmes, relèvent du domaine de l’interaction homme machine. Même si ces deux dimensions pour-

raient bénéficier d'un éclairage "géographique", dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur l'apport de l'environnement géographique pour le contexte des utilisateurs.

Au moment de la conception, il est délicat de prévoir et d'inclure l'ensemble des situations d'utilisation et la gamme des utilisateurs avec leurs différentes caractéristiques. Plutôt que de spécialiser le scénario nominal et les tâches pour des groupes d'utilisateurs prédéterminés, dans le modèle proposé, la tâche et les sous-tâches modélisées embrassent l'ensemble des possibilités offertes par le système dans un environnement géographique donné.

En s'inspirant de la première loi de la géographie¹, nous postulons que ce maximum fonctionnel, offert aux utilisateurs, peut être affiné au grain de la corrélation géographique entre ces utilisateurs. Cette corrélation est une mesure de la distance spatio-temporelle qui sépare un ensemble d'utilisateurs : plus la distance est faible plus la corrélation est forte, et plus le système à intérêt à regrouper ces utilisateurs pour la caractérisation de préférences communes. Dans le cas de la décomposition du système en services et régions, une mesure de la corrélation spatiale est donnée, selon l'approche géographique, par l'appartenance ou non d'utilisateurs à un même groupe topologique de régions. Du point de vue du système lors de l'exécution, cela correspond au partage ou non d'un même contexte système par un ensemble d'utilisateurs [4].

Des utilisateurs en proximité spatiale et temporelle sont fortement corrélés. Ils partagent les mêmes conditions d'environnement, et, en regard du système, manipulent les mêmes concepts pour effectuer des tâches similaires. Ces comportements communs alimentent la construction d'un profil de groupe qui favorise l'émergence de sous-ensembles parmi les tâches et des concepts utilisés. L'expérience accumulée dans les profils des groupes est diffusée par les utilisateurs lors de leurs déplacements dans l'espace géographique du système. La corrélation temporelle est prise en compte lors de la fusion de deux profils en regard d'une topologie de région identique, ou l'on choisit de donner plus d'importance à un profil généré récemment [5].

3.4 Perspectives

Afin de valider nos hypothèses de conception, un prototype est en cours d'écriture et doit venir illustrer concrètement les apports de l'approche géographique dans la conception de systèmes interactifs distribués. Les maquettes établies d'après le scénario nominal montrent un cas d'adaptation d'un système de suivi de navires en temps réel. Lorsqu'un utilisateur et les bateaux suivis se déplacent dans l'environnement géographique, la partie cliente évolue du système et permet à l'utilisateur d'effectuer les tâches exécutables dans l'environnement considéré (Fig. 2(a→b→c→d)). Ce prototype devrait être validé lors du prochain grand prix de voile de l'École navale, en avril 2009. Une description en cours de réalisation est prévue pour soumission à la revue d'ingénierie des systèmes (échéance : décembre 2008)

Un partenariat dans le cadre d'un accord Egide avec Dublin est en cours pour travailler sur les aspects collaboration et personnalisation. Mes travaux sont une suite logique des recherches menées par l'équipe informatique de l'University College, et qui portent sur la perception implicite des préférences des

¹"*Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things.*"

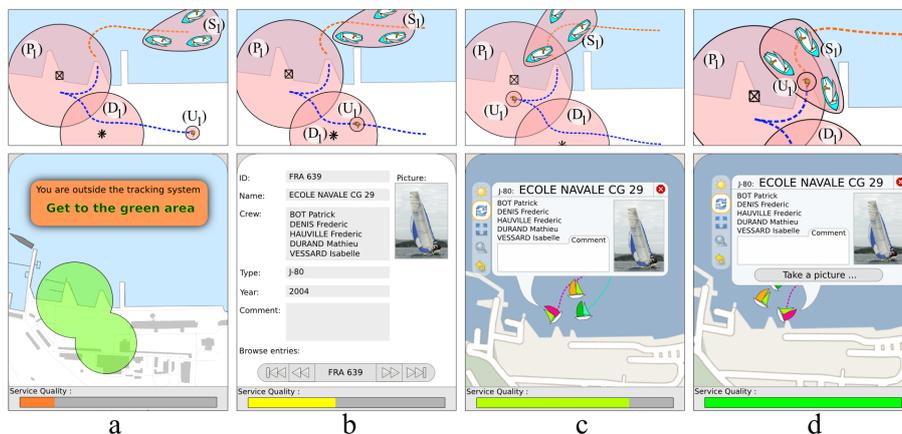


FIG. 2 – Évolution du système dans un environnement dynamique

utilisateurs. Les travaux en cours visent à décrire la chaîne de la personnalisation d'un système d'information géographique interactif : perception, construction de profils, groupement d'utilisateurs, diffusion et partage des préférences des groupes. Cette partie du travail devra être validée par un article de synthèse d'ici début 2009.

La rédaction du mémoire est prévue de janvier à juin 2009, avec une remise du plan plan détaillé avant les congés de Noël. La soutenance de thèse devrait avoir lieu en fin septembre 2009.

Références

- [1] C. Claramunt, T. Devogele, S. Fournier, V. Noyon, M. Petit, and C. Ray. Maritime GIS : From Monitoring to Simulation Systems. In V. Popovitch, M. Schrenk, and K. Korolenko, editors, *Proceedings of the 3rd International Workshop on Information Fusion and Geographical Information System*, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, pages 34–44. Springer Verlag, May 2007.
- [2] M. Petit, C. Claramunt, C. Ray, and G. Calvary. A design process for the development of an interactive and adaptive GIS. In M. Bertolotto, X. Li, and C. Ray, editors, *Proceedings of the 8th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems*, number 5373 in Lecture Notes in Computer Sciences, pages 100–111. Springer Verlag, December 2008.
- [3] M. Petit, C. Ray, and C. Claramunt. A contextual approach for the development of GIS : Application to maritime navigation. In J. Carswell and T. Tekuza, editors, *Proceedings of the 6th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems*, number 4295 in Lecture Notes in Computer Sciences, pages 158–169. Springer Verlag, December 2006.
- [4] M. Petit, C. Ray, and C. Claramunt. A user context approach for adaptive and distributed GIS. In M. Wachowicz and S. Fabrikant, editors, *Proceedings of the 10th International Conference on Geographic Information Science :*

AGILE'07, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, pages 121–133. Springer Verlag, May 2007.

- [5] M. Petit, C. Ray, and C. Claramunt. An adaptive interaction architecture for collaborative GIS. *Cartographic and Geographical Information Sciences. Special issue on Modeling and Visualization for Spatial Decision Support*, 35(2) :91–102, April 2008.