

Proposition de PEPS 2007 : **IBISA**

(*Image-Based Identification/Search for Archeology*)

IBISA (*Image-Based Identification/Search for Archeology*) est un système logiciel vivement souhaité par une équipe pluridisciplinaire de jeunes chercheurs en informatique et en archéologie, appartenant à 3 UMR du CNRS réparties sur 2 départements (ST2I et SHS) et 2 universités de Bordeaux. Le cahier des charges en est particulièrement clair (trop long toutefois pour être détaillé dans le présent document), les besoins archéologiques ayant été au préalable bien identifiés et les méthodes informatiques à mettre en œuvre en grande partie évaluées.

Un projet court (12 mois, dont 6 de développement ; 20 kEuros) permettra de produire l'outil logiciel IBISA utilisable immédiatement dans le cadre d'une thèse de doctorat, et appelé à devenir un projet pluridisciplinaire de plus grande envergure (projet Région ou ANR par exemple).

Porteur du projet

(**contact** : sylvain.marchand@labri.fr)

Sylvain Marchand (35 ans), est Maître de Conférences au LaBRI (CNRS UMR 5800, département ST2I), Université Bordeaux 1, depuis septembre 2001. C'est un jeune chercheur en informatique, membre de l'équipe Image et Son, et qui étudie les modèles spectraux principalement pour les sons, mais aussi pour les images. Il est également membre de la Société archéologique de Bordeaux depuis 1999, et vice-président de sa section numismatique (Cercle Bertrand-Andrieu) depuis janvier 2004. Il y étudie les monnaies antiques (grecques et romaines).

Lors d'un exposé [Mar06] au Musée d'Aquitaine (Bordeaux) pour parler de la numismatique, science qui étudie l'Histoire à travers les monnaies, Sylvain Marchand a évoqué les compétences du LaBRI en analyse et traitement d'images, et a montré ce qu'elles pourraient apporter à la numismatique. Il a été question notamment d'extraction de contour, de recalage automatique, d'identification automatique, et de construction d'un représentant idéal.

Suite à cet exposé, il a été contacté par Pierre Regaldo, membre du Service régional de l'Archéologie (DRAC Aquitaine), qui l'a alors mis en relation avec deux UMR CNRS (département SHS) de l'Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3, qui ont des problématiques archéologiques *a priori* différentes, mais mettant en jeu quasiment les mêmes méthodes informatiques, étudiées au LaBRI...

Partenaires

• **IRAMAT-CRP2A (CNRS UMR 5060, département SHS, sections 32, 31, 15 et 05)**

Françoise Bechtel (Professeure), **Ayed Ben Amara** (Maître de Conférences) et **Béatrice Cicuttini** (doctorante) y étudient des carreaux estampés glaçurés [Eam81, Org04, AGPB⁺05, Cic06], qui décoraient les sols des monuments médiévaux prestigieux. Pour réaliser ces carreaux, on appliquait dans de l'argile support rouge une matrice portant un motif en relief. Celui-ci était donc imprimé en creux dans l'argile support. Il était ensuite rempli d'argile blanche, recouvert d'un mélange glaçant, puis cuit. Beaucoup de carreaux subsistent, mais très peu de matrices.

• **Ausonius (CNRS UMR 5607, département SHS, section 32)**

Alain Bresson (Professeur) et **Koray Konuk** (Chargé de Recherches CNRS) y étudient les monnaies grecques antiques [Bre05, BV08, Kon98, AKKM02]. **Jean-Pierre Bost** (Professeur émérite) s'intéresse quant à lui aux monnaies romaines [BM02]. Toutes ces monnaies furent jadis frappées à partir de coins, matrices portant des motifs en creux et laissant des empreintes avers et revers sur un flan métallique. De très nombreuses monnaies ont été retrouvées, mais rares sont les coins monétaires (matrices) qui sont parvenus jusqu'à nous.

Dans les deux cas, les archéologues constituent des bases de données d'images numériques des objets archéologiques, à des fins d'archivage ou de publication. Parallèlement, ils veulent pouvoir déterminer si deux objets – qui ont subi les outrages du temps (usure, casse, *etc.*) – proviennent de la même matrice, ou bien sont de même motif / style. À l'heure actuelle, la méthode utilisée est la comparaison visuelle des objets, reposant souvent sur l'interprétation subjective des motifs observés. Dans le cas de l'étude de plusieurs milliers d'objets, cela représente une tâche fastidieuse, engendrant erreurs (subjectivité et fatigue humaines aidant) et perte de temps...

Savoir si deux objets proviennent de la même matrice – qui subissait également une usure – donne une information chronologique importante. L'utilisation de motifs de styles semblables est aussi une indication importante. Dans le cas des monnaies, le lien entre les matrices avers / revers donne aussi des informations précieuses. Dans le cas d'une étude d'un ensemble de nombreux objets trouvés dans le même contexte (pavement dans le cas des carreaux, trésor dans le cas des monnaies), on peut en apprendre beaucoup sur la manière dont ces objets ont été fabriqués (nombre total de matrices, ateliers de production) et échangés (contexte socio-économique), chronologiquement et géographiquement. Les liens entre objets et ensembles d'objets permettent de vérifier ou d'infirmer des hypothèses scientifiques, et ouvrent ainsi la voie à d'autres types de recherches (*e.g.* l'analyse des matériaux).

• **LaBRI (CNRS UMR 5800, département ST2I, section 07)**

Sylvain Marchand (Maître de Conférences, porteur du projet) a une expertise des représentations spectrales pour les signaux, les sons et les images. Il a notamment étudié la transformée de Fourier-Mellin pour le recalage d'images [WZ00], l'a déjà appliquée à l'archéologie en développant un premier module logiciel de recalage d'images et de recherche basée image [Mar04]. Il a également fait une étude préliminaire montrant que le facteur d'inter-corrélation reflétait bien la notion subjective de similarité entre images. Ces résultats très prometteurs montrent la faisabilité d'un système plus complet. Sa réalisation est le cœur du projet IBISA.

Pascal Desbarats (Maître de Conférences) est un spécialiste de l'analyse et du traitement d'images. Il a une expérience importante en recalage d'images, appliqué à l'imagerie médicale [dSDS⁺04, dSQDM05]. Il a également l'expérience du développement de logiciels conséquents.

Jacques-Olivier Lachaud (Maître de Conférences, habilité à diriger les recherches) a travaillé sur les modèles déformables [TL02, LT05], modèles qui s'avèrent être particulièrement bien adaptés au détournage des images de monnaies et devraient l'être également pour l'extraction des motifs des carreaux. Dans ce projet, il fournira son implémentation existante des modèles déformables et son expertise du domaine pour aider à l'intégration de son implémentation au sein du système logiciel.

Logiciel à réaliser et perspectives

Le logiciel manipulera une base d'images numériques (quelques milliers). Lorsqu'un nouvel objet sera à étudier, son image C (image cible) sera prise à partir d'un scanner à plat ou d'un appareil photo numérique. Seront alors exécutées en séquence les fonctionnalités suivantes.

Les images de la base semblables à celle de l'image cible C cherchée seront **automatiquement recherchées** et présentées à l'utilisateur par **similarité** décroissante. Le système déterminera si les objets sont les mêmes, ou proviennent de la même matrice, ou présentent le même motif / style, ou bien sont vraiment différents. L'utilisateur pourra ainsi facilement décider de manière semi-automatique.

Il est important de noter que le système est **résistant aux changements de conditions de prise de vue**, et peut identifier un même objet à partir d'images prises différemment. La correction des conditions de prise de vue (centrage, orientation, échelle, mais aussi colorimétrie) se fera également de manière automatique. Notamment, si une image S semblable à C a été trouvée dans la base, cela se fera en recalant C sur S (*via* le recalage d'images). Le détournage de l'image pour isoler la monnaie du fond ou le motif du carreau pourra être effectué semi-automatiquement (*via* les modèles déformables).

Pour chaque classe d'images provenant de la même matrice, un *représentant idéal* sera construit automatiquement. Ce représentant serait l'objet le plus complet et dans l'état de conservation optimal, déduit par le système en prenant le meilleur dans chaque objet présent dans la classe. Dans le cas des carreaux, il s'agit de construire le motif complet, obtenu à partir de fragments. Dans le cas des monnaies, il s'agit de reconstruire l'image d'une monnaie sans usure ou presque. Cela revient à retrouver le motif de la matrice originelle (disparue) à partir des objets étudiés (parvenus jusqu'à nous).

Il convient de noter le caractère innovant et exploratoire de ce système logiciel. Il permettra aux informaticiens d'appliquer leurs résultats de recherche à une problématique concrète, et les archéologues ont un besoin pressant de cet outil (thèse en cours). L'avancée technologique la plus visible est attendue en numismatique, par l'étude semi-automatique de trésors monétaires. Côté informatique, la généralisation de l'algorithme de recalage au cas d'images incomplètes (fragments d'objets) est un verrou technologique intéressant, et demandera un effort de recherche particulier. Il conviendra aussi de démontrer rigoureusement que le facteur d'inter-corrélation reflète bien la similarité entre images.

Moyens mis en œuvre et aide demandée

Ce projet impliquera 9 chercheurs (dont 6 jeunes chercheurs : 3 en informatique et 3 en archéologie). Sylvain Marchand et Ayed Ben Amara consacreront une part conséquente de leur temps de recherche (50%) à ce projet, qui nécessite un investissement fort mais bref. Béatrice Cicuttini consacra la quasi-totalité de son temps à ce projet, en testant le logiciel sur des bases archéologiques concrètes dans le cadre de sa thèse de doctorat. Pascal Desbarats interviendra à hauteur de 20% de son temps de recherche, et les 5 autres participants à hauteur de 10% chacun.

Le but premier de ce PEPS IBISA est de permettre la **réalisation de la maquette du système logiciel** décrit précédemment. Nous envisageons un projet d'une durée d'un an : 6 mois pour obtenir la maquette logicielle puis 6 mois pour tester le système, l'appliquer à des cas archéologiques réels, rédiger des publications, et décider éventuellement de donner suite dans le cadre d'une action de **valorisation** et/ou un **projet de plus grande ampleur** (projet Région ou ANR par exemple).

Pour obtenir la maquette logicielle, nous avons besoin de 3 modules logiciels (détournage automatique : CRP2A, 4,5 kEuros; recalage automatique : Ausonius, 4,5 kEuros; interface de vérification de similarité : LaBRI, 5,5 kEuros) à acquérir auprès d'un prestataire déjà identifié. Chaque partenaire prendra le financement d'un module à sa charge. Le LaBRI se chargera d'intégrer les 3 modules au sein du système logiciel final (sous licence GPL).

Pour couvrir les frais de missions (réunions, conférences), le CRP2A et Ausonius ont besoin de 1,5 kEuros chacun. Le LaBRI a des besoins légèrement plus élevés (2,5 kEuros) pour couvrir en plus des frais de réunions (à Paris) avec la société prestataire (les modules logiciels devant être adaptés aux besoins du projet avant livraison).

Le reste du financement (temps de travail des chercheurs, bourse de thèse, matériel informatique, développement) est fourni par les participants. (À titre indicatif, le coût total du projet est estimé à environ 140 kEuros.)

Pour les modules logiciels et les missions, 20 kEuros sont donc demandés au total.

Le site de la proposition de projet IBISA, avec les références bibliographiques et des exemples illustrés, est accessible en ligne à l'adresse : <http://dept-info.labri.fr/~sm/Projets/IBISA>

Références

- [AGPB⁺05] Ayed Ben Amara Ayed, Nicole Gourdon-Platel, Françoise Bechtel, Max Schvoerer, and Philippe Bon. Carreaux glaçurés provenant d'un château du Duc de Berry (Mehun-sur-Yèvre, fin XIV^e siècle) : Recherche d'indices techniques. *AchéoSciences*, pages 21–34, 2005.
- [AKKM02] Richard H. J. Ahston, Philip Kinns, Koray Konuk, and Andrew R. Meadows. The Hecatommus Hoard (CH 5.17, 8.96, 9.387). *Coin Hoards*, 9 :95–158, pl. 6–20., 2002.
- [BM02] Jean-Pierre Bost and Thierry Martin. Un trésor d'aurei julio-claudiens à Montans (Tarn). *Trésors monétaires*, 20 :175–184, 2002.
- [Bre05] Alain Bresson. *Making, Moving, Managing, The New World of Ancient Economies (323-31 BCE)*, chapter Coinage and Money Supply in the Hellenistic World, pages 44–72. Oxbow Books, 2005.
- [BV08] Alain Bresson and Despoina Vallianou. *Le trésor de Phaïstos*. Bordeaux, 2008. À paraître (trésor de 600 monnaies hellénistiques).
- [Cic06] Béatrice Cicuttini. Les carreaux estampés de la forteresse médiévale de Blanquefort (XIV^e siècle, Gironde) : Étude comparée des différentes séries typologiques identifiées dans la collection. Master's thesis, IRAMAT-CRP2A, Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3, juin 2006.
- [dSDS⁺04] Baudoin Denis de Senneville, Pascal Desbarats, Rares Salomir, Bruno Quesson, and Chrit T. W. Moonen. Correction of Accidental Patient Motion for On-line MR Thermometry. In *Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)*, volume 321, pages 637–644, 2004.
- [dSQDM05] Baudoin Denis de Senneville, Brunon Quesson, Pascal Desbarats, and Chrit T. W. Moonen. 3D Motion Estimation for On-Line MR Temperature Mapping. In *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2005.
- [Eam81] Elisabeth S. Eames. *Catalogue of Medieval Lead-Glazed Earthenware Tiles in the Department of Medieval and Later Antiquities*. British Museum Publications, London, 1981. Un volume de texte de 783 pages + 8 planches couleurs ; un volume d'illustrations, regroupant les motifs inventoriés dans les collections du British Museum. Soit l'inventaire de 13822 carreaux, et un répertoire de plus de 3000 motifs (qui constitue le volume 2).
- [Kon98] Koray Konuk. *The Early Coinage of Kaunos*, chapter Greek Numismatics in Memory of Martin Jessop Price, pages 197–223, pl. 47–50. London, 1998.
- [LT05] Jacques-Olivier Lachaud and Benjamin Taton. Deformable Model with a Complexity Independent from Image Resolution. *Computer Vision and Image Understanding*, 99(3) :453–475, 2005.
- [Mar04] Sylvain Marchand. Un outil informatique pour l'étude automatique de la correspondance des coins. In *Revue archéologique de Bordeaux*, volume XCV, page 253. Société archéologique de Bordeaux, 2004.
- [Mar06] Sylvain Marchand. Numismatique à la Société archéologique de Bordeaux. Cours public dans le cadre du cycle de conférences au Musée d'Aquitaine (Bordeaux) : Regards sur la Société archéologique de Bordeaux (1873–2005), 1^{er} février 2006.
- [Org04] Magali Orgeur. *Les carreaux de pavement des abbayes cisterciennes en Bourgogne (fin XII^e-fin XIV^e siècles)*. PhD thesis, Université de Bourgogne, juin 2004. Cette thèse comprend deux tomes de texte (809 p.), un tome de planches (400 p.) et un CD-ROM d'inventaire.
- [TL02] Benjamin Taton and Jacques-Olivier Lachaud. Deformable Model with non-Euclidean Metrics. In A. Heyden, G. Sparr, M. Nielsen, and P. Johansen, editors, *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*, volume 2352 (part III) of *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, pages 438–453. Springer, Berlin, 2002.
- [WZ00] George Wolberg and Siavash Zokai. Robust Image Registration Using Log-Polar Transform. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, septembre 2000.