

Présence et mouvements des touristes révélés par un contenu généré par les utilisateurs

Fabien Girardin¹, Francesco Calabrese², Filippo Dal Fiorre², Assaf Biderman², Carlo Ratti², Josep Blat¹

²Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Spain
{fabien.girardin, josep.blat}@upf.edu

²Massachusetts Institute of Technology, SENSEable City Lab, Cambridge, MA, USA
{fcalabre, dalfiore, abider, ratti}@mit.edu

Au cours de ces dernières années, le déploiement massif de dispositifs mobiles a entraîné une augmentation significative du volume des enregistrements indiquant le lieu dans lequel se trouve une personne, ainsi que le moment où elle s'y trouve. L'analyse de ces données spatio-temporelles permet de réunir des informations précises sur le comportement humain, d'une grande valeur pour les sociologues, les urbanistes et les autorités locales. Cet article exploite cette situation et dresse un compte-rendu des nouvelles informations révélées par ce contenu omniprésent généré par les utilisateurs. Nous présentons des techniques, des méthodes et des outils novateurs que nous avons développés pour déterminer la signification de ces nouveaux types de données. Dans une étude de cas sur Rome, en Italie, nous démontrons qu'il est possible de déterminer la présence et les mouvements des touristes à partir de photos référencées géographiquement et rendues explicitement publiques, et de données réseau générées implicitement par les utilisateurs de téléphones portables.

Introduction

De nos jours, tout clic issu du mouvement d'un utilisateur utilisant un logiciel peut être enregistré dans une base de données et soumis à une opération d'exploitation de données de second degré. L'ubiquité des téléphones portables et des dispositifs sans fil et les services produits sont désormais ancrés dans l'espace physique. Leur accumulation peut révéler des comportements propres à l'individu et des comportements sociaux [1]. On s'attend que l'émergence et l'accès nouveau à ces traces numériques provenant du « monde virtuel » aient un impact significatif sur les sciences sociales, qui ont accès à une quantité de données du même ordre d'importance que celles de leur grande sœur, à savoir les sciences naturelles [2].

Un type de trace numérique provient de l'interaction implicite des personnes avec des infrastructures situées par exemple dans des journaux de position produits lors du transport d'un téléphone portable en communication constante avec un réseau sans fil. Outre ces données générées automatiquement et de manière implicite, un autre type est généré explicitement par les utilisateurs des téléphones portables et d'internet lorsqu'ils dévoilent publiquement des contenus tels que des photos, des messages, des mesures de capteurs ou des messages sur des blogs. Comme le suggère Goodchild [3], le plus puissant capteur, à savoir internet, est constitué de 6 millions d'humains occupant la surface de la terre. Il affirme que cette grande collecte de capteurs portables et intelligents affectera les processus d'acquisition et de compilation des informations géographiques (c'est-à-dire des informations géographiques volontaires).

Cet article montre que ces traces numériques permettent de dévoiler la présence et le mouvement des personnes dans la ville. Notre étude de cas se concentre sur les touristes à Rome car les sources d'empreintes numériques sont multiples dans ce contexte : avant leur visite, les touristes génèrent des journaux serveurs en consultant des cartes numériques et des sites de voyage en ligne, pendant leur voyage, ils laissent des traces sur les réseaux sans fil lorsqu'ils utilisent leur téléphone portable et après leur visite ils mettent à jour en ligne des informations, des revues et des photos. La validation de ces enregistrements par rapport aux enquêtes existantes peut entraîner une compréhension améliorée des

différents aspects de la mobilité et des voyages. Dans le tourisme et l'urbanisme, les informations sur les personnes peuplant différentes parties de la ville à des moments différents peut permettre de fournir des services personnalisés (ou des publicités), une planification exacte de la proposition de ces services fondée sur la demande (par exemple, une re-planification des heures d'ouverture des monuments fondée sur la présence de touristes) et, en général, un management plus synchronisé des infrastructures de services.

Tout au long de cet article, nous montrons de nouveaux aspects révélés par des traces numériques ancrées géographiquement, nous présentons des techniques, méthodes et outils novateurs que nous avons développés pour exploiter et démontrer l'importance de ces nouveaux types de données dans la révélation de la présence et des mouvements des personnes dans la ville. Alors que l'accumulation et l'agrégation des empreintes numériques rendent les informations émergentes traitées plus crédibles et fiables, nous cherchons également comment valider ce contenu généré par les utilisateurs de façon omniprésente.

Empreintes numériques

Au cours des dernières années, la recherche sur les capteurs et les traces de position a été dominée par le désir de se représenter la situation des objets et des personnes dans l'espace, soulevant ainsi quelques problèmes. En premier lieu, des problèmes de confidentialité et d'éthique liés à la collecte de données sans l'accord de l'individu concerné, ensuite des solutions de traçage des portables que les personnes doivent porter provoquent des effets d'épuisement, fournissent des clichés limités dans le temps et dans l'espace, et ne fonctionnent pas toujours dans les zones urbaines en raison de l'obstruction par les trajets multiples des signaux et les canyons urbains. Le troisième problème concerne les solutions distribuées fixes qui exigent un déploiement onéreux et une maintenance onéreuse des capteurs ainsi que des coûts élevés de transmission des données à un système centralisé. Ces différents problèmes suggèrent que la communauté de chercheurs devraient étudier et évaluer l'utilisation de nouveaux types de données, ainsi que des approches qui ne s'appuient pas sur le déploiement d'infrastructures ad hoc et coûteuses.

Dans notre étude, nous exploitons les empreintes numériques générées par des personnes omniprésentes utilisant des services existants. Pour ce faire, nous avons développé des outils permettant d'absorber, de traiter, de localiser et de visualiser la grande quantité de données générées par les individus munis de dispositifs portables et sans fils, tels que des caméras numériques et des téléphones portables. Dans notre travail précédent, nous avons montré que les données spatio-temporelles explicitement dévoilées en provenance des plateformes Web peuvent surmonter les contraintes mentionnées et offrir des aperçus novateurs sur la dynamique des personnes dans l'espace urbain [4].

Dans cet article, nous explorons deux types de traces numériques : les photos référencées géographiquement et rendues disponibles publiquement sur le Web et les enregistrements agrégés des événements des réseaux sans fil générés par les utilisateurs de téléphones portables lorsqu'ils émettent des appels et envoient des messages texte.

Avant d'aller plus loin, nous insistons à nouveau sur le fait que la collecte et l'analyse de données sur le comportement des individus soulèvent d'importants problèmes de confidentialité, par exemple liés aux risques que les déplacements d'une personne soient divulgués à une tierce partie susceptible d'utiliser ces informations. Notre approche traite ces inquiétudes à deux niveaux : tout d'abord, l'ensemble des données comprennent des informations explicitement divulguées par les utilisateurs. Ils situent leurs photos sur une carte et contrôlent l'accès de ces données de positionnement. En outre, à l'obtention de ces informations publiques, nous avons appliqué un algorithme d'obscurcissement afin de brouiller la relation avec l'identité Web de l'individu en question. Ainsi, nous analysons uniquement des enregistrements anonymes de traces numériques divulguées au public par des individus. De même, la collecte et l'analyse de données d'utilisation du réseau mobile agrégé est

conforme à la Directive de 2002 du Parlement européen et du Conseil sur la confidentialité. Nous ne recevons aucun enregistrement sur l'identité ou la trajectoire d'un individu, mais uniquement le nombre de personnes ayant utilisé un téléphone portable dans une zone déterminée de la ville, à un moment donné. Les utilisateurs ne peuvent être identifiés séparément à partir des données que nous collectons et analysons.

Techniques et outils

Empreintes explicites : photos référencées géographiquement

Ce service est utilisé pour partager et organiser des photos. Ils ont également la possibilité d'ajouter des références géographiques. A chaque fois qu'une photo est virtuellement associée à un emplacement physique, le système Flickr lui attribue des valeurs de longitude et de latitude et récupère l'heure de capture à partir de métadonnées Exchangeable Image File Format (EXIF) du fichier de l'image. La position fournie par l'utilisateur indique généralement le lieu où la photo a été prise et elle indique parfois l'emplacement de l'objet photographié. Lorsque l'utilisateur fournit la position de la photo, le niveau de zoom de la carte (de 8 pour le niveau région/ville à 16 pour le niveau le plus précis indiquant la rue) est enregistré afin de proposer un attribut précis complétant les informations spatio-temporelles.

A partir de ces photos rendues accessibles au grand public, nous récupérons les coordonnées, les estampilles temporelles, le niveau d'exactitude et un identifiant obscurci du propriétaire via l'API de Flickr. A Rome, pendant la période de 3 ans allant de novembre 2004 à novembre 2007, nous avons extrait 144501 photos référencées géographiquement téléchargées par 6019 personnes. Une première étape de prétraitement sépare les visiteurs des résidents de la région en question. À cette fin, nous examinons dans le temps la présence du photographe dans la zone comme facteur discriminant. Nous avons divisé le temps en périodes de 30 jours et calculé le nombre de périodes pendant lesquelles chaque photographe était actif dans la zone. Si un photographe a pris toutes ses photos sur une période de 30 jours, l'algorithme le considère comme un visiteur, alors que s'il existe un intervalle supérieur à 30 jours entre deux photos, il est catégorisé comme résident. L'objectif de ce seuil strict permet de distinguer les véritables touristes ponctuels. Sur une population de 6019 photographes, nous avons identifié 4719 visiteurs ponctuels.

De plus, nous voulions en savoir plus sur les nationalités de nos photographes. Aussi nous avons profité de la fonction sociale de Flickr qui invite les utilisateurs à fournir volontairement des « bits hors ligne » sur leur ville et leur pays de résidence. Nous avons trouvé que 59 % des utilisateurs fournissaient cette information. Même s'il est difficile d'évaluer la part de vérité dans les données, dans la plupart des cas, le pays de résidence peut être retrouvé en analysant automatiquement les données. Dans certains cas, nous avons dû attribuer manuellement un pays à cause de fautes d'orthographe ou de noms idiosyncrasiques (par ex. « Big Apple » (Grosse pomme) pour New York).

Empreintes implicites : utilisation du réseau sans fil

Comme démontré dans les travaux de recherche précédents, la grande diffusion des téléphones mobiles et la couverture étendue des réseaux sans fil de téléphonie mobile dans les zones urbaines rend ces technologies très intéressantes comme moyen d'identifier la présence de foules [5]. Pour collecter ces données, nous avons collaboré avec Telecom Italia, qui a déployé sur son réseau un système appelé LoCHNESS (Localizing & Handling Network Event Systems), une plateforme logicielle qui localise et stocke des événements survenus sur le réseau mobile (appels en cours, envoi de SMS, transfert d'appel) grâce à des sondes externes. Ces sondes analysent tous les messages de signalisation entrants et envoient une notification des événements détectés à la plateforme LoCHNESS, qui localise régulièrement les messages et produit des cartes agrégées de la répartition des utilisateurs en conversation, dans un format raster. Des informations détaillées sur la

plateforme se trouvent en [6].

Telecom Italia a installé la plateforme LoCHNESs et les sondes associées sur un groupe de Base Station Controller (BSC) situé à Rome, couvrant une zone d'approximativement 100 km² dans le nord-est de la ville.

La zone a été divisée en carrés de 250 x 250 m² et diverses informations statistiques ont été produites toutes les cinq minutes. Pour l'objet de cet article, nous utilisons des cartes en format raster développées afin d'obtenir la répartition dans l'espace des étrangers, calculée en regroupant l'emplacement des téléphones portables dont les numéros IMSI (International Mobile Subscriber Identity) appartenaient à des opérateurs réseau étrangers¹.

Traitement et visualisation

Pour révéler la signification des empreintes numériques, notre approche exploite les ressources ouvertes et disponibles gratuitement et les combine à l'aide de standards de facto souvent fondés sur le format eXtensible Markup Language (XML). Nous utilisons Google Earth pour obtenir une synthèse visuelle interactive des codes générés par l'utilisation d'une combinaison de MySQL (pour le stockage des données et les requêtes de sélection et d'agrégation) et d'un logiciel que nous avons développé pour accéder, traiter, transformer, agréger, grouper, échantillonner et filtrer les données brutes stockées dans la base de données et pour générer des sorties [4].

Dykes et al., 2007 [7], suggèrent que ce type de données peut uniquement prendre son sens au travers de la visualisation géographique. Ainsi, après avoir collecté les données, nous les situons et les visualisons pour expliquer les comportements des utilisateurs. Des outils tels que GoogleEarth fournissent une assistance rapide permettant de réaliser une synthèse visuelle et une recherche préliminaire des traces numériques.

Aspects novateurs révélés par l'analyse des empreintes numériques

L'application de ces techniques et outils pour traiter les empreintes numériques nous permet de révéler la présence de foules, de modèles inattendus de mouvement dans le temps, comme de comparer les comportements et de générer de nouvelles hypothèses.

Présence spatiale

Une première étape dans l'analyse consiste à localiser les empreintes numériques. Les données sont stockées dans une matrice couvrant la zone d'étude. Chaque cellule dans la matrice comprend des données sur le nombre de photos prises, de photographes présents et d'appels téléphoniques effectués par des étrangers sur une période de temps donnée. Comme indiqué dans la Figure 1, la matrice est composée de 20x20 cellules de 250x250 m². Cette visualisation géographique révèle les zones principales d'activité touristique dans une partie de Rome, sur une période de 3 mois allant de

¹ Les trois premiers chiffres du IMSI représentent le MCC (Mobile Country Code) et identifient la nationalité de l'opérateur réseau du téléphone portable.

septembre 2006 à novembre 2006. La présence de photographes est représentée dans la gamme de couleurs orange, alors que les zones de forte utilisation de téléphones mobiles par des étrangers sont indiquées dans la gamme de couleurs verte. L'union entre les deux ensembles de données indiqués sur cette image indique les principales attractions touristiques de la ville, telles que le Colisée et la Place de la République, près de la principale gare. De plus, il apparaît que le Colisée attire les photographes, alors que les utilisateurs de téléphones portables étrangers ont tendance à être plus actifs autour de la gare. A partir de ces observations, on peut émettre l'hypothèse que les touristes prennent part à des visites dans les zones orange, et qu'ils se déplacent ou attendent dans les zones vertes, deux types d'activités assez différents.

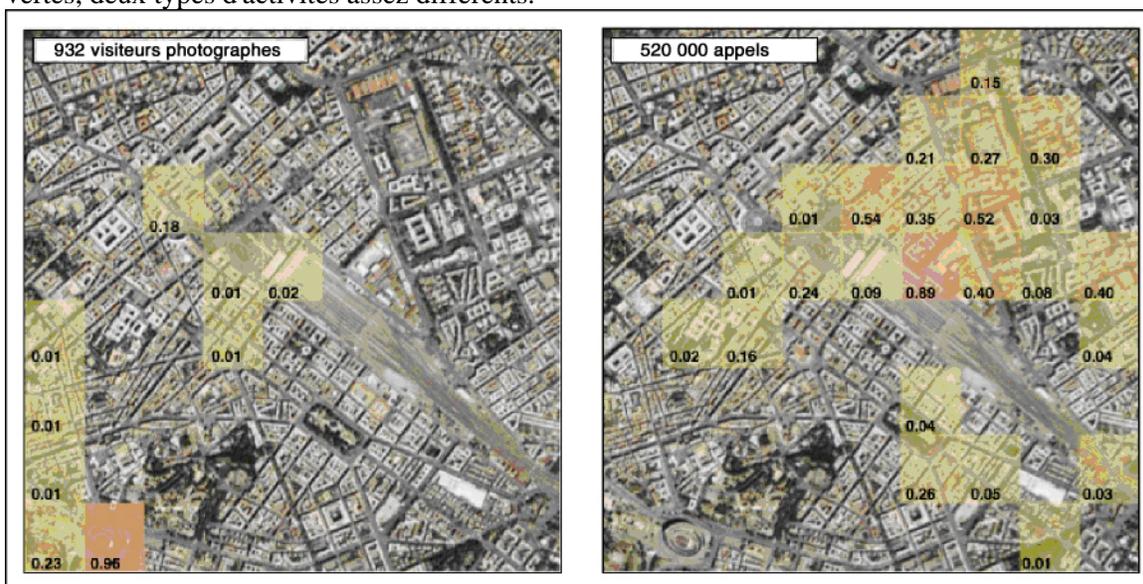


Figure 1. Visualisations géographiques de la présence de (a) 935 touristes photographes et (b) de 520 000 appels passés à partir de téléphones portables étrangers dans la zone du Colisée et de la Piazza della Republica de septembre à novembre 2006. Les deux types de données traitent la zone de la gare à proximité de la Piazza della Republica. Les valeurs dans chaque cellule sont arrondies.

Présence temporelle

Le paragraphe précédent traitait de la différence des activités touristiques selon la zone. Cette différence apparaît également lors de l'analyse des modèles temporels obtenus à partir des traces numériques dans les principales zones d'activités. Nous avons enregistré le nombre de photographes et d'appels téléphoniques pour chaque jour de la semaine pendant la période d'étude de 3 mois. Les graphiques ci-dessous offrent une comparaison de la répartition moyenne hebdomadaire des appels téléphoniques réalisés et de la présence des photographes par des visiteurs entre les zones situées à proximité du Colisée et de la Place de la République. Les histogrammes indiquent la variation normalisée entre le nombre moyen d'appels et le nombre moyen de photographies pour chaque jour de la semaine et la quantité moyenne sur la semaine entière. Les signatures temporelles tracées pour la zone du Colisée montrent des tendances similaires, avec une activité plus élevée pendant le week-end qu'au cours des jours de la semaine. Cependant, une analyse temporelle correspondante des données liées à la Place de la République et de la zone de la gare révèlent deux modèles différents. Les photographes, même s'ils sont inférieurs en nombre qu'au Colisée tendent à être plus actifs les week-ends alors que les utilisateurs de téléphone portables étrangers génèrent plus de trafic audio et de données qu'au Colisée et principalement en semaine.

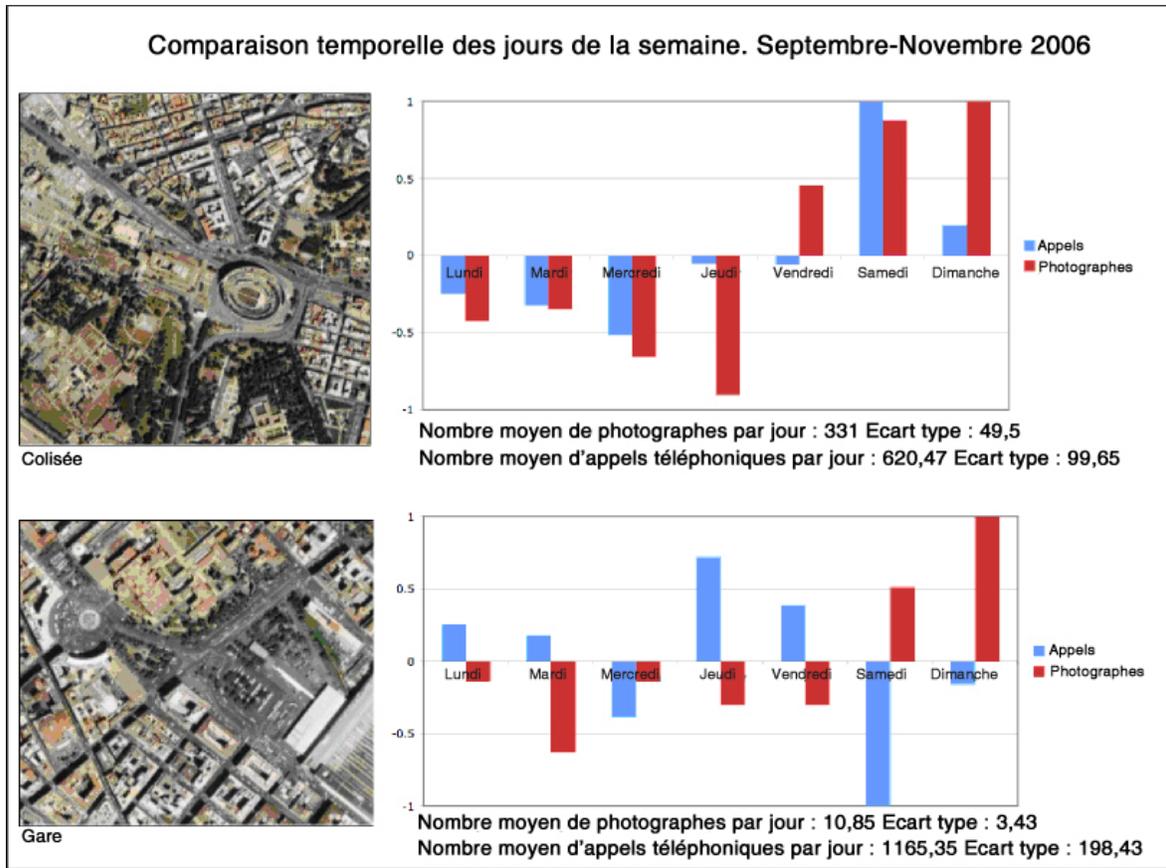


Figure 2. Comparaison de la signature temporelle de l'activité des téléphones étrangers avec le nombre de touristes photographes. Elle révèle des modèles similaires en-dessous de l'activité moyenne pendant la semaine et une présence en hausse le week-end au Colisée. Au contraire, la signature temporelle de la gare indique une plus forte présence d'étrangers passant des appels à partir de leur téléphone portable en semaine alors que les photographes indiquent un modèle inverse et une présence accrue les week-end.

Ces signatures temporelles fournissent de plus amples informations sur les personnes présentes au niveau des points d'intérêt touristiques. Il est possible d'aller plus loin et d'émettre une hypothèse selon laquelle le Colisée attire les visites (soit les photographes) le week-end et le voisinage de la gare fournit des infrastructures aux visiteurs en déplacement (par exemple des personnes en voyage d'affaires) pendant la semaine. En d'autres mots, même s'il est difficile d'interpréter ces données, il existe deux types de visiteurs, ceux qui sont présents pour affaires dominent le domaine hebdomadaire des photographes.

Révélation des lignes de souhaits à partir de traces numériques

Un autre aspect novateur de l'étude des empreintes numériques référencées géographiquement réside dans la capacité à divulguer des lignes de souhait numériques. Une ligne de souhait est un chemin développé par l'érosion provoquée par le pas humain. A partir de l'estampille temporelle et de l'emplacement dévoilé des photos, notre logiciel enregistre le mouvement des personnes pour former des traces numériques. Nous construisons une trace à partir de l'ensemble de photos classées chronologiquement et référencées géographiquement, prises par une personne au cours d'une seule journée. Ensuite, nous agrégeons ces empreintes personnelles à la fois dans un souci d'anonymat et pour générer des lignes de souhait numériques par accumulation. Leur formatage en KML3 devrait révéler des lignes et des indications sur les comportements touristiques selon les types spécifiques de visiteurs (Figure 3).

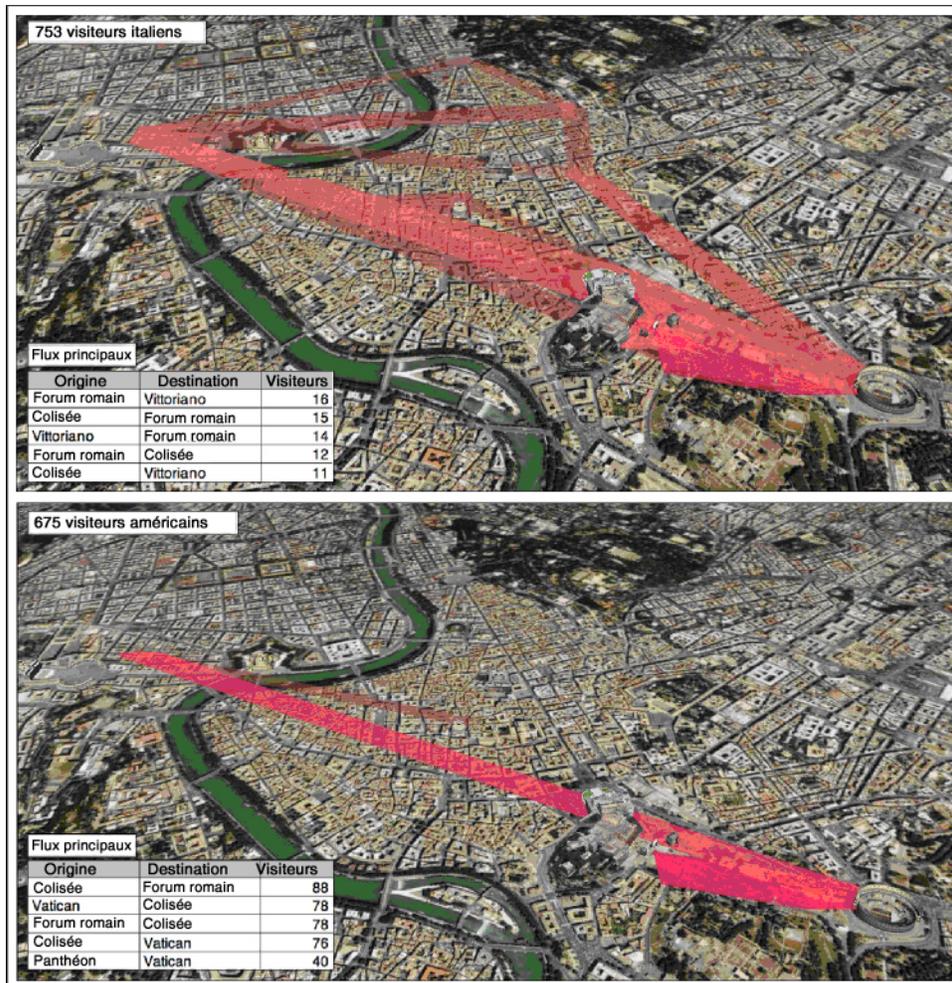


Figure 3. Visualisation géographique des principaux chemins empruntés par les touristes pour visiter les points d'intérêt de la ville. 753 visiteurs italiens (ci-dessus) ont des activités en dehors des sentiers battus avec une grande quantité de points de visite d'intérêts visités mais un petit flux. 675 touristes américains restent dans les limites d'une ligne de souhait étroite entre le Vatican, le Forum romain et le Colisée. Remarquez que différentes échelles s'appliquent pour chaque visualisation géographique.

Un ensemble de points d'intérêts principaux dans la ville est ainsi déterminé. L'emplacement de chaque point de la trace (par exemple une photo) est alors vérifié afin de déterminer s'il appartient à un groupement. Dans le cas d'une correspondance, le point d'intérêt s'ajoute à la trace générée par le propriétaire de la photo. Ce processus produit des graphiques dirigés multiples qui supportent mieux l'analyse quantitative. Nous pouvons obtenir le nombre de sites visités en moyenne, par saison, les points d'intérêt les plus visités et photographiés ou l'endroit où les photographes débutent et finissent leurs voyages, etc. D'une autre perspective, nous pouvons construire des matrices (asymétriques) en agrégeant des traces numériques individuelles dont les éléments sont le nombre de photographes qui se sont déplacé d'un point d'intérêt X à un point d'intérêt Y. En fonction des quêtes spécialisées pour collecter les traces numériques formant la matrice, différents modèles de mouvements peuvent être révélés. Par exemple, des quêtes peuvent être fondées sur la nationalité de l'utilisateur, le nombre de jours d'activité dans la ville, le nombre de photos prises, les zones couvertes pendant une visite.

Description sémantique

Des travaux préalables ont démontré que, lorsqu'elles sont agrégées et traitées, les données du téléphone portable peuvent révéler des événements. D'autres savants ont examiné du matériel annoté géographiquement disponible sur le Web : Rattenbury et al. [10] ont utilisé les métadonnées de position et de temps associées aux photos et à leurs légendes pour extraire les informations sémantiques de « endroit » et de « événement ». En suivant une ligne similaire, nous avons analysé les légendes liées aux photos dans notre collecte et révélé certains indices liés à la perception des individus sur leur environnement et la sémantique de l'espace urbain depuis leur perspective. Par exemple, le mot « ruines » est l'une des légendes les plus utilisées pour décrire des photos référencées géographiquement à Rome. Positionner la distribution de cette légende sur la ville dévoile la partie la plus antique et la plus détruite physiquement de la ville : Le Colisée et le Forum Romain (Figure 4).

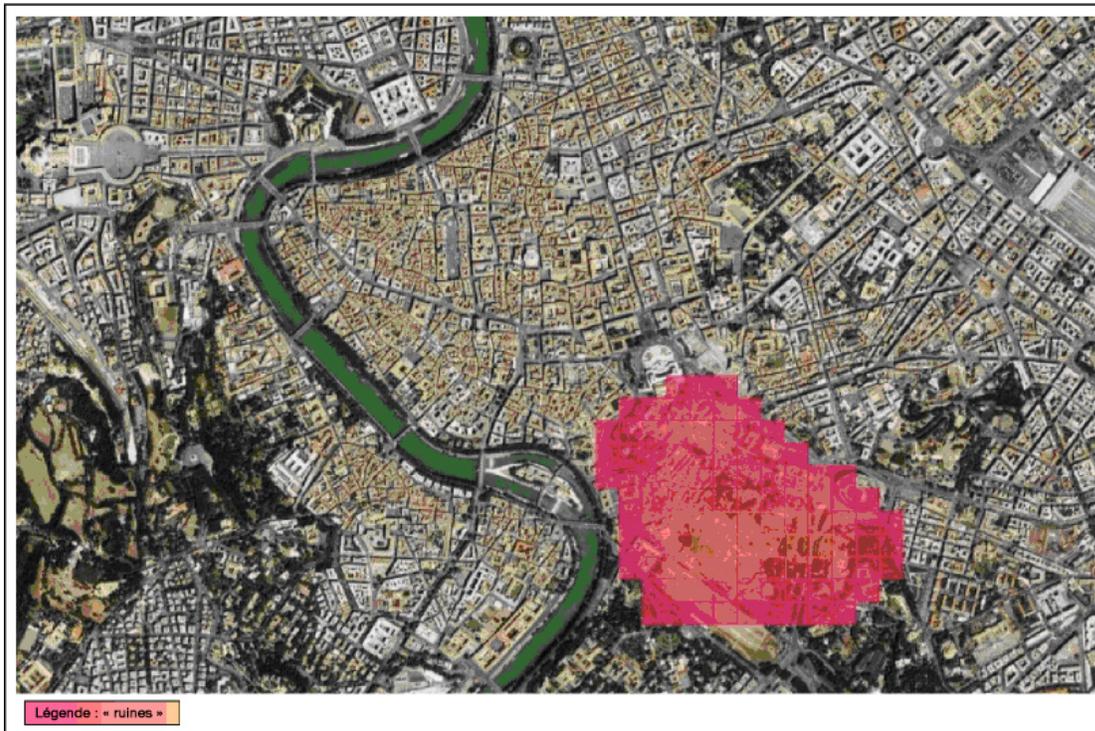


Figure 4 Visualisation géographique des zones définies par la position de 2886 photos portant la légende « ruines » téléchargées par 260 photographes. Elle révèle que le Colisée et le Forum romain sont connus pour leur qualité de ruines anciennes.

Signification de ces données générées par les utilisateurs

Les enregistrements accumulés et agrégés indiquant le lieu et le moment où des personnes se trouvaient à un endroit donné permettent une compréhension améliorée des différents aspects de la mobilité et du voyage. Sans doute, les modèles émergents fournis par l'exploration des données de larges ensembles de contenu généré par des utilisateurs devraient fournir des perceptions plus fiables. Nous avons montré certains potentiels d'utilisation pour les empreintes numérique référencées géographiquement dans cet article. Cependant, il existe un fort besoin d'examiner leur signification en comparaison avec les données de mobilité et d'activité disponibles dans les villes.

Dans le contexte de notre étude, il existe des moyens traditionnels d'observer et de quantifier la présence et les mouvements de visiteurs dans une ville comme Rome pouvant nous aider à définir la signification de l'utilisation d'un contenu omniprésent généré par des utilisateurs : c'est le cas du taux d'occupation des hôtels et des musées. Nous pourrions accéder à des statistiques mensuelles sur le nombre de personnes ayant acheté un ticket pour visiter le Colisée en 2006, fourni par l'office du Tourisme de Rome. Dans la Figure 4, nous comparons ces chiffres avec les données de présence des utilisateurs de téléphones portables (appels) et les photographes (photos) préalablement collectées sur une période de 3 mois (septembre à novembre 2006).

Les chiffres indiquent un nombre légèrement plus élevé de visiteurs au Colisée en octobre qu'en

septembre avec une chute significative de la fréquentation en novembre. Ce modèle correspond à l'activité des utilisateurs de téléphone portable étrangers dans la zone. Cependant, ce chiffre ne correspond pas au nombre de photographes détecté. Cependant, les photos référencées géographiquement comme la vente de billets indiquent que les mois d'avril et de mai ont enregistré la plus forte activité au cours de l'année. Nous émettons l'hypothèse que la principale raison de ces divergences tient au fait que les ensembles de données font référence à différents types de visiteur. Un ensemble de données est généré par des visiteurs payant pour visiter une attraction, les autres par des clients de service de téléphone portable assez riches pour payer des frais d'itinérance, et finalement, une communauté maîtrisant les technologies de la photographie numérique et des logiciels sociaux qui téléchargent des contenus sur Flickr.

Plus généralement, il semble qu'il soit trop tôt pour dire si la comparaison des ensembles de données fournit une validation supplémentaire à nos observations. Etant donné la grande différence dans la nature même de l'activité produisant les données que nous comparons, il est possible que la corrélation de différents ensembles de données renforce non seulement les observations mais révèle également des dimensions supplémentaires de comportement qu'il est possible que nous n'ayons pas encore pris en compte. Le défi actuel consiste à comprendre plus précisément l'utilisateur - activité réfléchi dans chacun de ces types d'ensembles de données.

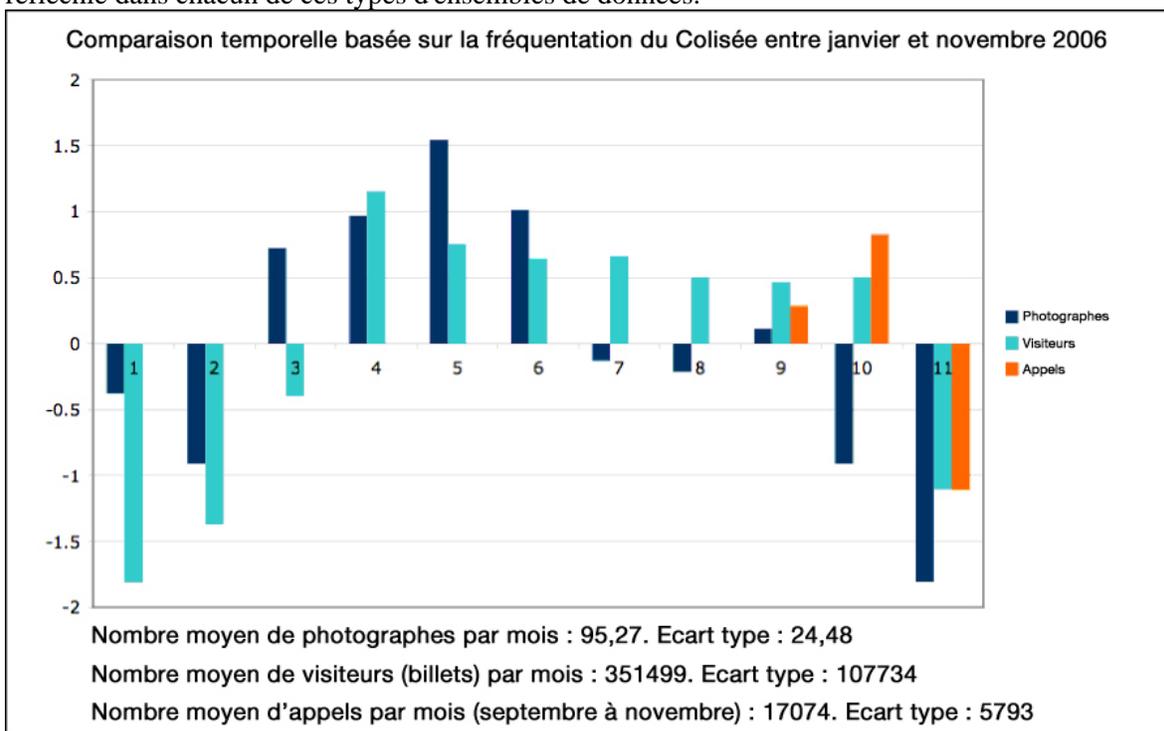


Figure 5. Comparaison entre les mois de janvier à novembre sur la présence de visiteurs dans la zone du Colisée à partir du nombre de billets vendus, de la quantité d'appels téléphoniques passés et du nombre de photographes actifs dans la zone. Les valeurs représentent les variations issues de la moyenne mensuelle, par rapport à l'écart type.

Qualité des données

Dans notre analyse nous avons essayé de prendre en compte la fluctuation de la qualité des données qui peut entraver ou limiter la capacité à générer des informations exactes. Par exemple, les estampilles de temps extraites des appareils, les métadonnées EXIF générées ne correspondent pas à la date exacte à laquelle la photo a été prise. L'ensemble des données des téléphones portables est limité par le fait que seuls les appels téléphoniques gérés par des tours de téléphones portables connectés à un sous-ensemble de toutes les BSC à Rome étaient surveillés. Cette étude ne prend pas en compte toutes les zones dans le centre de Rome, ce qui entraîne un « effet frontière », c'est-à-dire

que les endroits se trouvant aux frontières d'une zone surveillée sont également partiellement couverts par des tours de téléphones portables connectées aux BSC non surveillées. Cette partie des appels ayant lieu dans de telles zones n'a donc pas été compté par la plateforme LoCHNESS. La dernière considération s'applique en particulier aux zones de la ville situées au sud-ouest du Colisée (voir également la Figure 1).

Discussion

L'explosion de l'utilisation de dispositifs de capture et de communication (téléphones portables, appareils numérique) et l'introduction de plateformes de partage des contenus a mené à l'émergence d'une richesse de données référencées géographiquement par des personnes pouvant fournir de nouvelles opportunités aux études urbaines et aux sciences sociales. Cet article illustre les valeurs des photos référencées géographiquement et explicitement divulguées et des enregistrements implicitement générés de l'utilisation de réseaux de téléphones portables. Nous avons exposé l'analyse de ces empreintes numériques accumulées générées par les utilisateurs afin de dévoiler des points de vue novateurs sur la présence et sur les mouvements des touristes lors de leur visite d'une ville. Nous avons introduit des outils et des techniques novateurs pour cette analyse, bien que les résultats démontrent qu'ils doivent être plus amplement développés pour valider nos observations et nous permettre d'en émettre d'autres, par exemple : l'utilisation temporelle, la signature d'un espace, son attrait selon différents groupes de personnes et son degré de similarité en termes de types différents d'utilisation pour d'autres espaces.

D'une autre perspective méthodologique, les données que nous avons analysées dans cet article présentent un avantage plus clair sur les données précédentes d'emplacement obtenues qu'à travers des expériences laboratoire, avec des sujets portant des capteurs et donc informés du fait qu'ils sont analysés. Sur les autres méthodes communément utilisées, elles ne sont pas issues d'échantillons, même si, comme nous l'avons indiqué, il est possible qu'elles soient porteuses de préjugés issues de segments de population.

Un autre aspect prometteur des données générées par des utilisateurs réside dans leur caractère explicite. Contrairement à la capture automatique des traces, le dévoilement manuel de l'emplacement dans l'action marquage géographique des photos offre des qualités supplémentaires : le positionnement d'une photo sur une carte ne revient pas simplement à ajouter des informations sur son emplacement, c'est également un acte de communication qui contient ce que les gens considèrent comme pertinent pour eux et pour les autres. Une richesse spécifique se situe dans le poids involontaire que les gens mettent en dévoilant leurs photos. Nous avons montré que les utilisateurs Flickr ont tendance à souligner les points forts de leur découverte de la ville et à rejeter les temps morts de leur voyage².

Notre analyse et visualisation des données ont pour objectif de compléter des enquêtes traditionnelles et d'autres moyens traditionnels de collecter des informations sur le comportement des gens. Par exemple, dans l'ère pré-numérique, nous savions combien de touristes avaient passé la nuit dans un hôtel donné, maintenant nous pouvons aussi estimer leur degré de satisfaction. Nous savions combien de touristes avaient visité un site particulier, maintenant nous pouvons également savoir combien de photos ils ont téléchargé sur ce site et la sémantique utilisée pour le décrire. En même temps, en connaissant l'activité mobile des téléphones portables nous pouvons quantifier les preuves anecdotiques : dans le passé, on connaissait dans les grandes lignes le type de touristes peuplant un carré donné en les observant physiquement, maintenant nous connaissons les nationalités des

² Et, en relation avec la discussion précédente dans cette section, les empreintes générées plus implicitement aident à dévoiler des informations supplémentaires pour cette raison, comme l'exemple de la présence de visiteurs dans la Piazza de la Republica l'indique.

touristes utilisant un téléphone portable.

Des travaux futurs auront pour objectif une plus ample évaluation systématique de la qualité de ces données générées par les utilisateurs et de déterminer leur limite de validité, ainsi que la relation entre les résultats venant de différentes sources de données. Une autre approche prometteuse consiste à les corrélés avec les résultats des enquêtes traditionnelles.

Une possibilité de recherche supplémentaire repose sur la compréhension de la pratique consistant à générer et à référencer géographiquement des données. Par exemple, dans quelles circonstances les utilisateurs légendent-ils leur contenu avec un nom de rue et quand les marquent-ils avec une région ? Les résultats d'une telle analyse devraient révéler des profils de comportement référençant et marquant géographiquement des photos. Il se pourrait que ces profils se basent sur la culture (nationalité³, résidents vs. visiteurs), le type de touristes (durée du séjour, nombre de photos prises), des connaissances techniques, une capacité d'orientation spatiale, un type de tâches (partage social, indexage individuel), ou des types d'environnements urbains visités (monuments, événements, activités). D'autres questions auxquelles il faut répondre sont liées aux types de situations où les utilisateurs sont le plus susceptibles d'utiliser leurs dispositifs portables. Les réponses à ces types de questions devraient permettre de définir une meilleure signification des données et d'explorer plus amplement leur utilisation potentielle dans les sciences sociales et les études urbaines.

Remerciements

Nous aimerions remercier Barcelona Media, Telecom Italia et Telespazio pour l'imagerie numérique satellite, pour leur soutien. Nous sommes également très redevables à beaucoup de personnes du Massachusetts Institute of Technology et de l'Universitat Pompeu Fabra qui nous ont fourni des environnements de recherche extrêmement stimulants et apporté leur généreux feedback. Un grand merci en particulier à Assaf Biderman, Liang Liu, Nicolas Nova, Toni Navarrete et à Andrea Vaccari de nous avoir permis d'utiliser leurs connaissances. Bien évidemment, tout défaut est notre entière responsabilité.

Références

1. Eagle, N. et Pentland, A. S. (2006). Reality mining: sensing complex social systems. 10(4):255–268.
2. Latour, B. (2007). Beware, your imagination leaves digital traces, article pour le Times Higher Education Supplément du 6 avril 2007 - <http://www.brunolatour.fr/poparticles/poparticle/P-129-THES-GB.doc>
3. Goodchild, M. F. (2007). Citizens as voluntary sensors: Spatial data infrastructure in the world of web 2.0. 2:24–32.
4. Girardin, F., Dal Fiore, F., Blat, J., et Ratti, C. (2007). Understanding of tourist dynamics from explicitly disclosed location information. 4th International Symposium on LBS & TeleCartography.
5. Ratti, C., Pulselli, R. M., Williams, S., et Frenchman, D. 2006. Mobile landscapes : Using location data from cell -phones for urban analysis. , 33(5):727 748.
6. Calabrese, F., Ratti, C., Real Time Rome. vol. 20, nos. 3 & 4, 2006, pp. 247–258.
7. Dykes, J., Slingsby, A., et Clarke, K. 2007. Interactive visual exploration of a large spatio temporal dataset: Reflections on a geovisualization mashup. 13(6):1176–1183.

³ Par exemple, à un niveau très général et caricatural, l'ensemble de données Flickr à Rome suggère que 123 utilisateurs allemands ont tendance à fournir des informations d'emplacements plus exactes sur leurs photos (niveau d'exactitude moyen de 14,13) que les Espagnols (niveau d'exactitude moyen de 13).

8. Rattenbury, T., Good, N., et Naaman, M. 2007. Towards automatic extraction of event and place semantics from flickr tags. In SIGIR '07 : Proceedings of the 30th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pages – 103 110, New York, NY, USA. ACM Press.