

Une nouvelle méthode de *Web Usage Mining* basée sur une analyse sémiotique du comportement de navigation

Sandra Mellot, Tony Bourdier, Moez Baccouche

iRaiser R&D
279 route de Clisson, 44230 Saint-Sébastien-sur-Loire, France.
{smellot, tbourdier}@iraiser.eu
www.iraiser.eu

Résumé. L'objectif de nos travaux est de proposer une méthode d'analyse automatique du comportement des utilisateurs à des fins de prédiction de leur propension à réaliser une action suggérée. Nous proposons dans cet article une nouvelle méthode de *Web Usage Mining* basée sur une étude sémiotique des styles perceptifs, considérant l'expérience de l'utilisateur comme élément déterminant de sa réaction à une sollicitation. L'étude de ces styles nous a amené à définir de nouveaux indicateurs (des descripteurs sémiotiques) introduisant un niveau supplémentaire à l'approche sémantique d'annotation des sites. Nous proposons ensuite un modèle neuronal adapté au traitement de ces nouveaux indicateurs. Nous expliquerons en quoi le modèle proposé est le plus pertinent pour traiter ces informations.

1 Introduction

Que l'on suggère à l'utilisateur d'accéder à une information, de s'inscrire à une *newsletter*, de commenter un service, ou d'acheter un produit, le *Web Usage Mining* est indispensable à l'objectif d'adaptabilité de l'offre technologique. La propension d'un utilisateur en ligne à réaliser une action suggérée dépend en effet de sa réaction face aux modes de sollicitation et ses réactions sont, pour une part déterminante, déclenchées par son expérience en cours. L'expérience utilisateur correspond "aux réponses et aux perceptions d'une personne qui résultent de l'usage ou de l'anticipation de l'usage d'un produit, d'un service ou d'un système"¹. Dès lors on comprend aisément l'enjeu communicationnel de l'analyse automatique de l'expérience de l'utilisateur. Le web 3.0 se réfléchit d'ores et déjà dans une logique *one to one* avec l'individualisation de la communication sur le web comme élément central.

Les questions ouvertes, par exemple sur la manière d'analyser cette expérience utilisateur, sont nécessairement interdisciplinaires. La première partie de cet article définit une méthode d'analyse sémiotique pour y répondre. C'est ensuite la spécification de cette méthode à travers la proposition de nouveaux descripteurs sémiotiques qui est développée. La dernière partie définit le mode d'apprentissage automatique pertinent pour la détection de la propension d'un individu à réaliser une action suggérée.

1. Définition issue de la norme ISO 9241-210.

2 Détermination des données

Contrairement à la majorité des études sur les profils utilisateur, notre recherche porte sur un utilisateur quelconque² exposé à n'importe quelle sollicitation, ce qui détermine l'utilisation des « attitudes implicites » comme indicateur de l'expérience. Les "jugements et attitudes implicites" sont des indicateurs, issus de récentes études socio-cognitives (cf. Courbet et Fourquet-Courbet (2014)), particulièrement pertinents dans le cadre de notre recherche car définissent des actes non analysables par l'utilisateur et parfois même non perçus, mais révélateurs de l'expérience vécue. Nous n'avons donc pas besoin de connaître au préalable l'utilisateur qui ne saurait pas, à titre d'exemple, identifier précisément si et/ou pourquoi il clique sur l'image plutôt que sur le texte pour accéder à l'information désirée.

L'exploitation des données implicites produites par l'utilisateur permet d'estimer ses attitudes implicites. Les données explicites archivées sont inexistantes pour un utilisateur quelconque et les données explicites liées au déclaratif sont considérées trop intrusives (cf. Oard et Kim (2001)). La sollicitation de l'utilisateur, pour obtenir ces informations, constitue un frein avéré dans le processus de séduction à l'œuvre dans les techniques de communication.

L'analyse de ces données a pour objectif de déduire un comportement à partir des interactions de l'utilisateur avec le système. Les interactions sont identifiées par : la durée de lecture (temps passé par l'utilisateur sur un écran, soit le temps passé entre deux actions), le mouvement de souris, le nombre de clics de la souris, la durée de défilement de l'ascenseur, le défilement avec souris, le nombre de clics sur l'ascenseur, le défilement avec les touches du clavier, la sélection du texte (cf. Tchunte (2013)).

Se pose alors la question de la méthode permettant de détecter des attitudes implicites à partir de l'exploitation de données implicites. Pour y répondre, nous définissons une catégorie sémiotique d'analyse du comportement prenant en considération la portée communicationnelle inconsciente des actions réalisées. Les catégories de comportement, définies dans l'état de l'art (cf. Oard et Kim (2001)), sont constituées d'actants : examiner, référencer, retenir, annoter, créer. Nous cherchons à remplacer ces catégories d'actants par des catégories d'expérience de l'en acte. Notre contribution se situe dans l'utilisation d'une catégorie sémiotique d'analyse du comportement : le style perceptif. Tel que défini par Pignier (2012), le style perceptif est l'expression d'une esthésie, une manière de percevoir le monde, l'autre et les choses, reliée à l'exercice d'une sensibilité. C'est l'expérience de l'utilisateur que nous cherchons à définir, sa façon de communiquer implicitement en interagissant avec le système. Là où la catégorisation classique d'un profil utilisateur s'intéresse aux caractéristiques d'un individu (genre, situation socio-démographique, centres d'intérêt), nous nous intéressons à son *hexis* numérique, son être impliqué dans l'espace du web et agissant en fonction de lui. Ainsi, le contexte est nécessairement inclus dans le style perceptif. Qu'il soit acteur adjuvant ou opposant, il influe sur l'expérience de l'utilisateur. Il s'agit de s'approcher du schéma de la communication interpersonnelle qui permet, dans la vie réelle, d'adapter débit de parole, gestualité, tonalité à l'interlocuteur, en fonction de l'observation de ses réactions. La détection du style perceptif poursuit in fine cet objectif d'adaptabilité de la réponse à l'expérience du co-énonciateur à un moment donné.

Afin de définir le style perceptif, nous proposons une structuration des données implicites de navigation. Le style perceptif se caractérisant par les expériences médiées par les interfaces,

2. L'utilisateur quelconque représente l'utilisateur non identifié versus utilisateur identifié.

le web contient donc intrinsèquement les informations nécessaires à sa détection. La réflexion se pose au niveau de la production de métadonnées (des descripteurs) caractérisant les données implicites. Le niveau morphosyntaxique de l'analyse sémantique (comme par exemple pour *TypWeb* dans Beaudouin et al. (2002)) est transféré au niveau sémiotique de l'analyse. En effet, l'exploration qualitative des sites web nécessite l'utilisation de descripteurs contenant les possibilités d'interaction et de contexte.

Nous proposons d'intégrer ici, comme niveau d'analyse, le *sème connotatif*, qui est défini comme étant un sème connotant l'effet produit par l'interaction entre l'utilisateur et l'élément. À titre d'exemple, à la valeur sémantique de l'élément "*pop-up*", nous associons les valeurs sémiotiques *intrusif* et *surgissant*. *Intrusif* et *surgissant* connotent l'effet produit par l'interaction avec "*pop-up*". À la valeur sémantique "sommaire sous forme de listes à faire défiler", nous associons la valeur sémiotique *cartographique*. L'effet *cartographique* renvoie à l'expérience de la vue d'ensemble. L'ensemble des sèmes ainsi produit forme les descripteurs pour l'annotation des sites web. Le niveau *sème connotatif* contient l'expérience possible (soit l'effet produit par l'interaction) mais sa capacité à qualifier un style dépend du schéma actantiel (l'action effective de l'utilisateur). Le schéma actantiel de Greimas (1966) relie le sujet (l'utilisateur) à son objet (l'espace de son action : le web) et définit les acteurs adjuvants et opposants à la progression de l'un vers l'autre. L'espace de son action doit être précisé. En effet, la page web contient les expériences possibles de l'utilisateur mais celui-ci n'interagit pas avec l'ensemble des éléments de cette page. Son écran d'affichage est le véritable lieu de son action (l'écran est la partie visible de la page, c.-à.-d. affichée intégralement sur le terminal sans actionner l'ascenseur). Variable en fonction du dispositif utilisé, l'écran, en tant qu'objet d'analyse, est décomposé en éléments. En repérant les actants adjuvants (actions produites par l'utilisateur favorisant l'expérience d'interaction avec l'élément) et les actants opposants (actions contrariant les expériences d'interaction avec l'élément), on définit le potentiel d'influence du *sème connotatif* sur le style perceptif.

Le niveau *sème connotatif* est donc pondéré par les actions suivantes sur les éléments : lecture ou visualisation (déterminée elle-même par le temps passé), cliquer pour accéder, cliquer pour fermer, défiler, surligner, cliquer pour partager, inscrire, commenter, annoter. Le *sème connotatif* peut alors soit être positivé ou contrarié. Le *sème connotatif intrusif* relié à l'apparition d'une *pop-up* pour l'inscription à une *newsletter*, sera positivé par l'action "inscrire" (par exemple inscrire son mail), mais sera contrarié par l'action "cliquer pour fermer". On définit alors la paire de sèmes suivante : *intrusif* et *non intrusif*, qui sera niée en dehors des actions contrariantes ou positivantes qui lui sont associées. Il s'agit ensuite d'envisager les structures qui se dessinent au niveau sémiotique. En prenant en considération la chronologie des interactions et leur interopérabilité - simultanément, succession, opposition, exclusion - et en définissant la dernière action de l'utilisateur comme finalité, le contexte sémiotique est ainsi défini.

L'interaction formulée dans la phrase suivante : « L'utilisateur en ligne ferme quasi instantanément la *pop-up newsletter* puis fait défiler le sommaire dans son intégralité avant d'accéder à la page information » est retranscrite dans le contexte d'une annotation sémiotique par : « Un style perceptif *non intrusif* successivement *cartographique* pour aboutir à : accéder à la page désirée ». La création d'une ontologie appliquée à la détection du style perceptif s'avère ainsi nécessaire pour définir les règles et articulations d'une annotation sémiotique. Celle-ci permet ainsi d'exploiter les données implicites, pour faire émerger les attitudes implicites déterminantes de l'expérience de l'utilisateur, que nous caractérisons par son style perceptif.

3 Descripteurs sémiotiques proposés

L'étude sémiotique présentée dans la section précédente nous a amené à définir des descripteurs sémiotiques que nous présentons dans ce qui suit. Pour rappel, une session de navigation consiste en une succession de L écrans visités (L étant variable d'une session à une autre), en ne tenant compte que des écrans sur lesquels l'utilisateur a passé un temps supérieur à un certain seuil, ainsi que ceux qu'il ne subit pas par défaut au chargement de la page.

Il s'agit alors de caractériser le contenu sémiotique de ces écrans, en introduisant des descripteurs qui encodent les informations liées aux styles perceptifs. Comme nous l'avons mentionné dans la section 2, ces informations se trouvent au niveau des éléments qui composent l'écran, et avec lesquels l'utilisateur interagit pendant sa navigation. A noter que cette notion d'interaction est spécifique à chaque type d'éléments : certains ne seront pris en compte dans l'analyse que si l'utilisateur les survole avec la souris, alors que pour d'autres, l'affichage par défaut sur l'écran visité est suffisant.

Nous proposons ainsi d'associer à chaque élément de l'écran un certain nombre de sèmes qui le caractérisent. Un dictionnaire de N sèmes est donc défini (sèmes positifs et négatifs), et une annotation sémiotique des pages du site permet d'attribuer à chaque élément des labels sémiotiques issus de ce dictionnaire. Cette annotation se fait manuellement sur un certain nombre de pages caractéristiques du site, et est ensuite généralisée de manière automatique aux autres pages en attribuant les mêmes labels sémiotiques aux éléments appartenant à une même catégorie, en se basant par exemple sur les attributs HTML.

```
<div id="newsletter" class="prehome"> Abonnez-vous à notre newsletter
  <input type="text" id="email" name="email">
  <input type="button" id="ns_submit" value="Je m'abonne !" ...>
  <a href="#" id="closeBox">Fermer</a> ...
```

FIG. 1 – Exemple de code HTML d'une newsletter

```
<semes>
#newsletter{
!intrusive: @closeNewsletter;
intrusive: @subscribe | @enterEmail;
}
</semes>
<events>
§("#closeBox").click( @closeNewsletter );
§("#email").click( @enterEmail );
§("#ns_submit").submit( @subscribe );
</events>
```

FIG. 2 – Exemple d'annotation sémiotique de la FIG. 1

L'annotation est constituée de deux parties : une première définissant les sèmes en fonction des événements et une seconde définissant les événements. Dans l'exemple, le sème *intrusif* associé à la newsletter est nié par l'événement `@closeNewsletter` lui-même défini par un clic sur l'élément identifié par `closeBox`.

Ainsi, pour un écran $E = \{e_i\}_{0 \leq i \leq \text{card}(E)-1}$, chaque élément e_i est représenté par un vecteur binaire de dimension N : $e_i = [e_i^0, e_i^1, \dots, e_i^{N-1}]$, où $\forall j \in [0, N-1]$, $e_i^j = 1$ si l'action associée au $j^{\text{ème}}$ sème du dictionnaire est réalisée par l'utilisateur sur le $i^{\text{ème}}$ élément de l'écran, et $e_i^j = 0$ sinon.

Les descripteurs sémiotiques caractérisant un écran E sont ensuite calculés à partir de ces vecteurs binaires, en mesurant la fréquence de chaque modalité du dictionnaire de sèmes :

$$desc_{sémiotique}(E) = \left(\frac{card(\{i \in [0, card(E)-1]; e_i^j = 1\})}{card(E)} \right)_{j \in [0, N-1]}$$

Afin d'éviter que deux écrans ayant un contenu sémiotique similaire et appartenant à des pages sémantiquement éloignées ne soient représentés avec des indicateurs identiques, nous proposons de concaténer le vecteur $desc_{sémiotique}(E)$ avec un descripteur sémantique classique décrivant le contenu de la page à laquelle appartient l'écran.

Pour ce faire, un dictionnaire de M labels sémantiques est ainsi défini, et les différentes pages du site sont annotées avec ces labels. De nombreuses méthodes d'annotation automatique, issues notamment des domaines du Web sémantique et du *Web Content Mining*, existent dans l'état de l'art (Charrad et al. (2008) par exemple).

Ainsi, chaque écran d'une page donnée sera représenté par un vecteur de description de dimension $N \times M$, composé d'un premier vecteur qui est propre à cet écran, et d'un second qui est commun à tous les écrans d'une même page. Cette représentation permet à la fois de lever la limitation décrite dans le paragraphe précédent, et d'encoder indirectement la suite des pages visitées (comme dans une approche de *Web Usage Mining* classique) à travers les variations des vecteurs sémantiques à chaque fois que l'utilisateur accède à une nouvelle page.

4 Traitement des descripteurs

Nous nous intéressons dans cette section au choix d'un modèle d'apprentissage adapté au traitement des descripteurs introduits dans la section précédente. Nous avons opté pour un modèle neuronal, et ce principalement pour deux raisons : (i) l'aspect temps-réel des applications visées, pour lequel les modèles neuronaux sont particulièrement adaptés de part le fait que la quasi-totalité de la complexité est reportée sur la phase d'apprentissage, et (ii) l'optimalité de ce types de modèles en terme de performances, qui a été démontrée dans de nombreuses études comparatives récentes (parmi lesquelles nous pouvons citer celle de Bengio et Delalleau (2011)).

Vue la nature séquentielle des données traitées (une session de navigation étant représentée par une séquence de vecteurs, de dimension $N \times M$ chacun, et de longueur variable), nous avons opté pour un modèle neuronal récurrent. Ce dernier (initialement introduit dans Williams et Zipser (1995) et ayant connu plusieurs évolutions depuis) est analogue à un Perceptron multi-couches classique, mais dans lequel des connexions récurrentes sont rajoutées au niveau des couches cachées (c'est à dire les couches intermédiaires entre l'entrée et la sortie). Ce modèle récurrent est entraîné par une version modifiée de l'algorithme de rétro-propagation du gradient (dans laquelle les connexions récurrentes sont prises en compte), en ciblant les sorties désirées selon l'application visée. Ces sorties peuvent correspondre par exemple à la réponse à une recommandation de produit sur un site de e-commerce, à la réaction à une sollicitation sur un site de collecte de dons, et plus généralement à n'importe quel objectif mesurable lié au comportement de navigation de l'utilisateur.

5 Conclusion

Nous avons défini une nouvelle approche d'analyse de l'expérience utilisateur par son style perceptif, sa manière d'interagir avec le système au travers d'attitudes implicites. Nous avons mis en évidence le fait que l'introduction d'un niveau sémiotique à l'annotation d'un site web permet de prendre en considération la notion d'interaction, essentielle à la définition de l'expérience utilisateur. Notre principale contribution concerne le niveau de détail de la spécification à travers l'introduction de descripteurs sémiotiques caractérisant l'action de l'utilisateur sur un élément. Nous avons également proposé un modèle d'apprentissage adapté à ces descripteurs. La prochaine étape de nos travaux concernera la validation de notre méthode en l'expérimentant sur des données réelles de navigation que nous sommes entrain de collecter.

Références

- Beaudouin, V. et al. (2002). Décrire la toile pour mieux comprendre les parcours. *Réseaux* 116, 19–51.
- Bengio, Y. et O. Delalleau (2011). On the expressive power of deep architectures. In *Algorithmic Learning Theory*, pp. 18–36.
- Charrad, M. et al. (2008). Web content data mining : la classification croisée pour l'analyse textuelle d'un site web. In *Extraction et Gestion des Connaissances*, pp. 43–54.
- Courbet, D. et M.-P. Fourquet-Courbet (2014). Non-conscious effects of marketing communication and implicit attitude change : State of research and new perspectives. *International Journal of Journalism & Mass Communication* 1, 103–117.
- Greimas, A. J. (1966). Sémantique structurale. *Recherche de méthode*, 121–123.
- Oard, D. et J. Kim (2001). Modeling information content using observable behavior. In *Annual Meeting of the Association for Information Science and Technology*, Volume 38, pp. 481–88.
- Pignier, N. (2012). *De la vie des textes aux formes et forces de vie*. Ph. D. thesis, Université de Limoges.
- Tchuente, D. (2013). *Modélisation et dérivation de profils utilisateurs à partir de réseaux sociaux : approche à partir de communautés de réseaux k-égocentriques*. Ph. D. thesis, Université Paul Sabatier, Toulouse III.
- Williams, R. et D. Zipser (1995). Gradient-based learning algorithms for recurrent networks and their computational complexity. *Neural Networks* 6, 627–648.

Summary

In this paper, we present a new *Web Usage Mining* method based on a semiotic analysis of the perceptual navigation styles, considering the user experience as a key element of his response to a given solicitation. This study led us to define new semiotic features, which introduce an additional level to the classical semantic-based annotation approach. We also proposed a recurrent neural model to learn to treat these features, and explained why this model is well suited to process this kind of data.