

Une approche géométrique pour la modélisation des lexiques en langues signées

Michael Filhol^{1,2}

¹LIMSI-CNRS

²Université Paris 11

michael.filhol@limsi.fr

Résumé

Le contexte est celui d'une plateforme de génération automatique d'énoncés en langue signée, réalisés par un avatar 3D. Il existe quelques uns de ces systèmes aujourd'hui, par exemple le projet VisiCast (Hanke, 2002). Nous revenons ici sur les systèmes de description utilisés pour les unités gestuelles impliquées dans les énoncés, fondés sur un langage peu flexible et guère adaptatif. Nous proposons ensuite une nouvelle approche, constructiviste et géométrique, avec l'objectif de rendre la description des signes des lexiques signés plus adéquate, et par là améliorer leur intégration dans les discours générés.

Mots-clés : langue des signes, représentation, lexique, paramètres, géométrie spatiale.

Abstract

In the prospect of a system for automatic sign language generation by virtual characters, we first look at the present systems (e.g. the VisiCast project), focusing on the way they describe the gestural units involved in discourse building. We show the lack of flexibility in these models, and introduce a new constructivist approach, based on space geometry, so as to make lexeme description more appropriate and context-sensitive.

Keywords: sign language, representation, lexicon, parameters, space geometry.

1. Introduction

La langue des signes possède comme toute langue un lexique dont les unités, appelées *signes standard*, servent à la construction du discours. Les dictionnaires pour les langues des signes (LS) décrivent aujourd'hui ces lexiques standard comme des ensembles de signes isolés, chacun spécifiant un ensemble fixe de paramètres réputés suffisants à la définition d'un signe. Le plus souvent, ces paramètres sont la configuration des mains, leur emplacement, l'orientation des paumes, le mouvement et l'expression du visage.

Pour renseigner ces différents éléments, il est généralement fait recours au dessin, p. ex. (Moody, 1986), d'un signe en position de départ et/ou d'arrivée, légendé par des flèches et divers signes diacritiques représentant les mouvements décrits (figure 1). Parfois, un dessin y est librement annoté dans la langue dominante en guise de précision. Une autre approche, plus propice dans l'optique d'une génération automatique de séquences gestuelles par des avatars 3D signants, consiste en la transcription formelle des unités gestuelles (Hanke, 1989 ; Costa et Dimuro, 2005). À partir d'alphabets plus ou moins iconiques, ces systèmes spécifient sans ambiguïté les différentes valeurs possibles pour les paramètres du signe (figure 2).

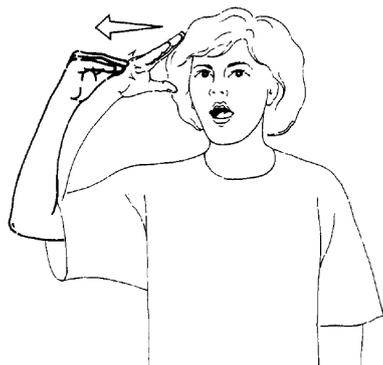


Figure 1. Un signe sous forme de vignette

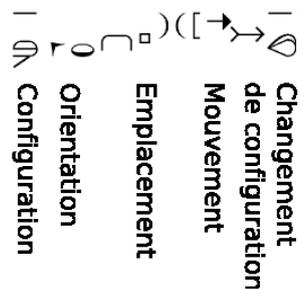


Figure 2. Le même en notation HamNoSys
Source : (Hanke, 2002)

Toutefois, ces modèles présentent selon nous plusieurs problèmes majeurs que nous détaillons dans cet article. Nous proposons ensuite une nouvelle approche formelle pour la description lexicale en LS, et montrons en quoi elle constitue une solution aux problèmes relevés.

2. Les limites des représentations paramétriques figées

Parmi les cinq paramètres listés ci-dessus, les quatre premiers sont manuels. L'expression faciale, souvent négligée, vient en fin et généralement sous la forme d'une description globale et approximative. Aussi la plupart du temps, aucune pertinence lexicale n'est donnée à aucune autre partie du corps. Ces représentations réduisent presque les signes standard à un mouvement des mains, ce qui rend la définition de certains lexèmes complètement impossible. À titre d'exemples, le signe [BINIOU] nécessite un mouvement du coude, les mains demeurant immobiles ; les signes [AUJOURD'HUI] et [MAINTENANT] ne se distinguent que par des éléments non manuels : le réhaussement des épaules et des sourcils et un léger penchement du corps en avant pour le second. Si de telles paires sont parfois qualifiées de *minimales*, cette notion ne fait pas consensus chez les linguistes des LS. Nous montrons seulement ici comment la liste des éléments à spécifier peut dépasser les quelques paramètres habituellement proposés.

Inversement, tous les lexèmes ne fixent pas tous les paramètres donnés plus haut : dans [ARBRE], où le coude est supporté par la main dominée¹, l'orientation de celle-ci n'a aucune importance. En outre, d'autres valeurs sont parfois superflues car déductibles de contraintes morphologiques. Quand bien même il permettrait de spécifier le comportement de toutes les parties utiles du corps, comme de récentes avancées dans les travaux de (Hanke, 2004), le problème de tout modèle à paramètres fixes est que ceux-ci s'appliquent à tous les signes, quelle que soit leur pertinence. Une valeur discrète (ou une valeur par défaut) est affectée à chaque paramètre, même si celle-ci surspécifie le signe.

Un autre problème est celui de l'interdépendance entre les paramètres. Nombreux sont les signes où, pour exprimer une valeur paramétrique, il faut faire référence à celle d'un autre paramètre. C'est le cas dans [BALLON], où l'orientation de la paume est en tout point tangente au mouvement (voir figure 3 plus bas). L'orientation dépend donc de ce dernier et ne peut être définie seule. Les autres paramètres, mouvement inclus, peuvent en revanche être spécifiés chacun de leur côté. Pour un système automatique de génération du signe, il est clair alors que l'ordre dans lequel les valeurs paramétriques sont énoncées a son importance, ce qui n'apparaît dans aucun système de description actuel.

¹ Si les rôles des deux mains peuvent s'inverser chez un même signeur, il s'agit d'habitude de la main gauche pour un droitier et vice-versa.

Enfin, la spécification systématique de paramètres pose un problème de taille à l'intégration des lexèmes au niveau syntaxique. En LS, un lexème doit, pour assurer la continuité du discours, pouvoir se déformer selon des règles plus ou moins spécifiques. La juxtaposition de signes standard tels qu'ils peuvent être décrits dans le lexique ne suffit pas à élaborer un énoncé acceptable. Ces adaptations contextuelles sont subtiles et font l'objet de nombreuses études de la part des linguistes des LS (Cuxac, 2000 ; Liddell, 2003). Malgré certaines tendances générales comme la marque de l'interrogation portée sur les sourcils, d'autres influences — qu'elles soient syntaxiques, sémantiques ou même pragmatiques — ne modifient pas tous les lexèmes de la même manière. C'est le cas lorsqu'on ajoute au discours une visée *illustrative* (Cuxac, 2000), ou encore *iconicisatrice*. Autrement dit, s'il est des règles générales, l'écriture d'une règle universelle pour chaque apport discursif est, dans un système paramétrique, infaisable. Pour cause, les paramètres lexicaux à modifier ou à contraindre ne pourront dans bien des cas être repérés que de manière *ad hoc* ou par des mécanismes compliqués d'exceptions, en d'autres termes des règles non génériques.

3. Une approche par la géométrie spatiale

Ainsi l'étude du lexique de la LSF nous a-t-elle conduit à revisiter cette notion trop figée de paramètre, pour permettre un modèle (formel) de spécification lexicale qui :

- rend compte de l'importance relative des segments corporels dans un signe en décrivant le concours de tous ceux (et uniquement ceux-ci) qui le composent ;
- fait apparaître les interdépendances paramétriques issues de la définition d'un signe ;
- donne aux lexèmes la souplesse nécessaire à leurs déformations en contexte.

3.1. Construction du signe

Le modèle considère l'unité gestuelle non plus comme un n -uplet de valeurs discrètes mais comme une réalisation géométrique dynamique dont chaque composant, à la manière d'une figure de géométrie spatiale classique, est construit de manière non ambiguë grâce à un langage formel. Ainsi, pour spécifier un lexème, nous proposons de créer dans un espace vectoriel initialement vide (ici l'espace du signeur²) pas à pas les objets à partir desquels est ensuite décrit le comportement des parties du corps impliquées. Une étude statistique du lexique de la LSF (Braffort, 1996) révèle indiscutablement que les objets géométriques sont récurrents dans la constitution des signes : la plupart des signes bimanuels incorporent une symétrie ou un parallélisme, un grand nombre de signes matérialisent un plan, une droite ou un cercle... Nous postulons que cette propriété est vraie pour toute langue des signes.

3.2. Interdépendances paramétriques

L'intérêt d'une telle approche est que le processus lui-même de construction de l'ensemble gestuel matérialise les dépendances entre ses composants. En effet, si la définition d'un objet géométrique contient une référence à un autre objet, le second est alors explicitement dépendant du premier, *par construction*.

Ainsi, pour construire le signe [BALLON], nous construisons dans l'ordre :

² Sauf exception, l'espace de signation est un volume de dimensions horizontales (celles des bras du signeur) et de hauteur minimale (celle de son bassin).

1. un point P : le centre du ballon ;
2. une droite verticale D contenant P : l'axe de symétrie du signe ;
3. une trajectoire T_{MD} en demi-cercle pour la main dominante commençant en un point de D au-dessus de P ;
4. une trajectoire T_{Md} symétrique de T_{MD} par rapport à D .

Chaque étape fait référence à un ou plusieurs objets définis à une étape antérieure. À chaque fois, il s'agit d'une dépendance. L'orientation des mains peut être donnée par la suite par un vecteur normal à la paume, orienté à tout moment vers P , ce qui fait apparaître sa variabilité et comment il est impossible de lui donner une valeur figée.

Aussi pouvons-nous, pour en faciliter la visualisation, représenter ce processus par un graphe de dépendances, où les nœuds sont les objets géométriques construits pour la définition et les arêtes les liens de dépendance entre eux. Les objets utilisés différant selon le signe, ces graphes se montrent particulièrement utiles pour déterminer d'un coup d'œil ses éléments essentiels et sa forme générale, ce qui s'avère prometteur dans la perspective linguistique de classification des lexèmes selon des critères topologiques.

Par exemple :

- signes ayant une symétrie ponctuelle entre les trajectoires des mains ;
- signes bimanuels où les mains dépendent d'au moins un objet en commun ;
- signes ne dépendant jamais de l'extérieur (voir section 3.3).

3.3. Intégration en contexte

Nous énoncions plus haut que les signes standard subissaient en visée illustrative des déformations de manière récurrente mais parfois difficilement généralisables. Il est pour nous indispensable de tenir compte de ce va-et-vient possible du discours entre ces structures illustratives dites de *grande iconicité* et les structures standard représentées sur les vignettes. Par exemple, la déformation de taille appliquée au signe standard [BALLON], donné ci-après en figure 3, change les emplacements de départ et d'arrivée des mains et la trajectoire de leur mouvement en arc de cercle (matérialisant ainsi une taille plus ou moins grande), tandis qu'appliquée à [IMMEUBLE] (cf. figure 4), seul leur emplacement d'arrivée (leur hauteur dans l'espace de signation) est modifié, celui de départ demeurant inchangé. Comment alors distinguer les éléments constitutifs du signe de ceux qui se trouvent être modifiables ?

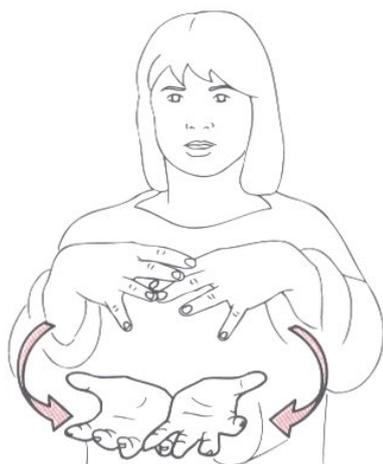


Figure 3. [BALLON] en LSF
Signe standard

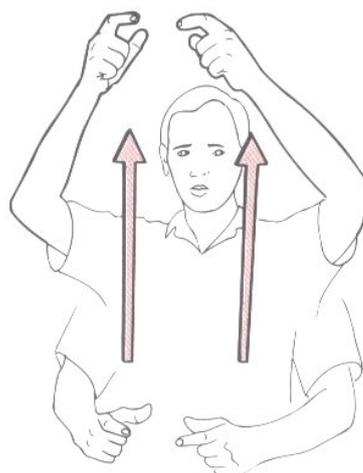


Figure 4. [IMMEUBLE] en LSF
Source : (Moody, 1986)

Si les modèles à paramètres fixes paraissent inadaptés, notre approche résout ce problème en introduisant, en plus de permettre des références internes entre objets géométriques comme présenté en 3.2, la référence « externe ». C'est-à-dire qu'il est possible, pour un objet donné, de dépendre non seulement d'éléments présents *dans* la définition du lexème, mais aussi d'éléments *extérieurs* à cette définition, par exemple des éléments contextuels. Pour notre exemple [BALLON], il suffit, plutôt que de spécifier une valeur au rayon de la trajectoire de la main dominante dans la description du signe, de le rendre dépendant de l'objet (extérieur, *i.e.* contextuel) TAILLE. Nous pouvons alors modifier l'étape 3 de la séquence donnée pour [BALLON] pour y faire référence à un rayon qui n'est défini dans aucune ligne antérieure :

« une trajectoire T_{MD} en demi-cercle pour la main dominante commençant en un point de D situé à une distance *rayon* au-dessus de P »

Ceci augmente le graphe des dépendances de [BALLON] par une dépendance externe, et rend le lexème adaptable aux transformations de taille.

4. Conclusion

Ce modèle reste à valider sur un ensemble conséquent de signes et à intégrer au système d'animation de signeurs virtuels Octopus (Braffort *et al.*, 2005), en développement au LIMSI-CNRS. Il conviendra notamment, pour évaluer la capacité du système à générer des énoncés acceptables, de soumettre les énoncés produits à la communauté sourde native en langue des signes. En attendant, les retours encourageants des linguistes consultés nous laissent entendre que ce modèle original serait une solution aux écueils majeurs des modèles paramétriques rigides actuels.

Références

- Braffort (éd.) (2005). *Actes de TALS 2005 (Traitement automatique des langues signées)*, Dourdan. TALN, LIMSI.
- BRAFFORT A. (1996). *Reconnaissance et compréhension de gestes — application à la Langue des Signes Française*. PhD thesis, Université Paris 11.
- BRAFFORT A., BOSSARD B., SÉGOUAT J., BOLOT L. et LEJEUNE F. (2005). « Modélisation des relations spatiales en langue des signes française ». In (Braffort, 2005).

- COSTA A. D. R. et DIMURO G. P. (2005). « SignWriting and SWML — paving the way to sign language processing ». In (Braffort, 2005).
- CUXAC C. (2000). *La langue des signes française — Les voies de l'iconicité*. Faits de langue. Ophrys.
- HANKE T. (1989). *HamNoSys — an introductory guide*. Signum Press, Hamburg.
- HANKE T. (2002). « iLex — a tool for sign language lexicography and corpus analysis ». In *Actes de LREC 2002, Las Palmas*.
- HANKE T. (2004). « Towards sign language resources — extending an HPSG lexicon for German sign language from empirical data ». In *Actes de LREC 2002, Las Palmas*.
- LIDDELL S. (2003). *Grammar, gesture and meaning in American Sign Language*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MOODY B. (1986). *La langue des signes — Dictionnaire bilingue élémentaire*. IVT, Paris.