Atelier SAGEO 2026 — Représentation des connaissances et raisonnement spatial, temporel et spatio-temporel

Aligner une simulation physique et des signaux acoustiques sans correspondance connue

Lou Gellad [1,2], Solange Rossato [2], Nathalie Vallée [1]

1. Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, GIPSA-Lab, 3800 Grenoble, France

2. Univ. Grenoble Alpes, LIG, 3800 Grenoble, France

lou.gellad@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

ABSTRACT.

Nous étudions un problème d'alignement que la phonétique partage avec la géomatique : retrouver la trajectoire d'un état caché à partir d'observations denses et bruitées, via un modèle direct imparfait. L'état caché est ici la position de le volet déformable (ou voile du palais) entre les cavités orale et nasale au cours du mot « tante ». Ce mouvement est peu observable directement, nous le déduisons donc avec le simulateur VocalTractLab (modifié pour produire séparément les sorties orale et nasale). Celui-ci prédit, pour chaque taille d'ouverture entre les deux cavités (ou degré de couplage), les fréquences auxquelles l'air expulsé au niveau des cordes vocales résonne. Les observations sont des enregistrements à sorties orales et nasales séparées de cinq locuteurs du français, représentés en cartes temps × fréquence (pixels de 5 ms × 208 Hz ; espace de 0.00 à 0.30 sec sur 0 à 450 Hz environ). Comme en map matching, le couplage joue le rôle d'une position le long d'un itinéraire ; mais la « vitesse » est ici inconnue et variable.

Notre alignement actuel suppose une correspondance linéaire entre temps et couplage alors que le mode de correspondance est précisément l'inconnue. Selon le locuteur et le canal, 46 à 97 % des résonances simulées se trouvent à moins de 0,37 Bark (seuil au-delà duquel deux fréquences sont catégorisées comme différentes par le cerveau) d'une crête mesurée. Cependant, la recherche d'un alignement non linéaire bute sur quatre difficultés. (1) Les crêtes sont denses et ambigües, ce qui rend l'appareillement non univoque (problème de conflation). (2) Le modèle, simplifié, ne reproduit les données que partiellement (problème d'assimilation de données). (3) Les deux sources diffèrent en granularité (balayage discret de couplages contre série temporelle continue). (4) Nous voulons limiter les hypothèses théoriques, sans imposer ni linéarité ni monotonie. Nous n'en retenons que deux : le couplage est un scalaire continu entre deux états connus (volet fermé à volet ouvert), et le modèle est fiable en tendance mais non exact. Nous sollicitons la communauté sur des méthodes d'alignement qui retournent une distribution de trajectoires plutôt qu'une courbe unique (transport optimal, alignement à chemin libre, processus gaussien sur trajectoire latente, assimilation avec erreur de modèle explicite) ou tolèrent à l'erreur du modèle (map matching, assimilation de données, transport optimal, appariement probabiliste).

MOTS-CLÉS : alignement de données, assimilation de données, modélisation physique, données complexes et bruitées

KEYWORDS : data alignment, data assimilation, physical simulation, complex and noisy data



