



HAL
open science

Schémas hybrides pour la transmission vidéo avec très faible latence

Hind Kanj, Anthony Trioux, François-Xavier Coudoux, M Gharbi, Patrick Corlay, Marco Cagnazzo, Michel Kieffer

► **To cite this version:**

Hind Kanj, Anthony Trioux, François-Xavier Coudoux, M Gharbi, Patrick Corlay, et al.. Schémas hybrides pour la transmission vidéo avec très faible latence. Mardi des chercheurs 2023, Jun 2023, Valenciennes (Nord), France. 2023. hal-04139144

HAL Id: hal-04139144

<https://hal.science/hal-04139144>

Submitted on 23 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Schémas hybrides pour la transmission vidéo avec très faible latence

Hind Kanj, Anthony Trioux, Michel Kieffer, Francois-Xavier Coudoux, Mohamad Gharbi, Marco Cagnazzo, Patrick Corlay

Enjeux

L'échange d'informations visuelles avec une faible latence et de bonne qualité est requise dans de nombreuses applications émergentes basées sur la vidéo: Contrôle à distance, Télé-chirurgie, Metaverse, ...

Idee du projet ZL-LVC: utiliser une technique d'extrapolation pour réduire la latence

⇒ Étude de la faisabilité d'un schéma hybride de codage et de transmission vidéo basé sur l'extrapolation pour compenser la latence de bout-en-bout (G2G)



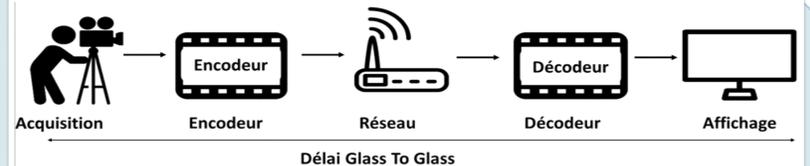
Contributions

1. Modéliser la latence G2G dans un schéma de transmission vidéo classique avec extrapolation.
2. Étudier l'efficacité de l'extrapolation en étudiant le compromis: latence, qualité
3. Concevoir un schéma hybride de très faible latence qui intègre les avantages du codage numérique et analogique (LVC) en respectant le compromis : latence, débit, qualité

Méthodologie:

Schéma transmission vidéo

Un schéma de transmission vidéo comprend : acquisition, codage, transmission, décodage et affichage. Le délai Glass-to-glass (G2G) est le délai entre l'acquisition et l'affichage d'une image vidéo [1]



Extrapolation

- L'extrapolation prédit des images futures en extrayant des caractéristiques profondes des images précédentes basées sur l'apprentissage automatique
- Pour compenser le délai G2G, un extrapolateur vidéo est utilisé avant l'encodage pour prédire les images futures sans avoir à attendre l'acquisition de ces images [2]

Etude de performance du schéma de codage et transmission vidéo basé sur l'extrapolation

Comparaison de l'extrapolation avec une méthode classique de réduction de débit d'encodage qui sert à réduire la latence en diminuant la taille des données transmises mais cette diminution entraîne une perte de qualité

Ex: Si le canal de transmission de capacité $C = 10 \text{ Mb/s}$ à 25 fps et si le débit codage:

- $R_e = 10 \text{ Mb/s}$, le délai de transmission d'une image est de 40 ms
- $R_e = 1 \text{ Mb/s}$, le délai de transmission d'une image est de 4 ms

Image acquise à l'instant t



Image affichée au même instant t sans compensation de latence



Image affichée au même instant t avec compensation de latence par extrapolation



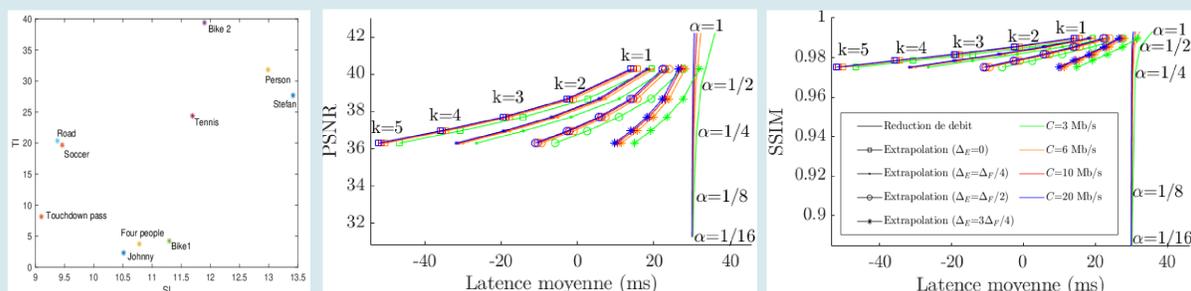
Résultats et analyse

- Métrique d'évaluation: PSNR, SSIM
- 10 Séquences vidéos à différents frame rates et caractéristiques spatiales et temporelles variées
- Codec: VTM 18.0 configuration LDP avec débit encodage = {1.5Mb/s, 800Kb/s, 400Kb/s}
- Débit canal = {20Mb/s, 10Mb/s, 6Mb/s, 3Mb/s}
- Extrapolateur: SDCNet avec différents délais d'extrapolation

Pour un débit canal = 6Mb/s:

⇒ Une réduction de débit d'un facteur de 16 entraîne une réduction de latence de seulement 2.2 ms et une perte de 10.94 dB en PSNR et 0.11 en SSIM

⇒ Une extrapolation avec un horizon d'extrapolation = 5 entraîne une réduction de latence de 82.61 ms et peut atteindre une latence négative, avec une perte de 5.9 dB en PSNR et en 0.01 SSIM



Evaluation de la qualité (PSNR et SSIM) en fonction du retard G2G pour un débit encodage de 800Kb/s pour la séquence « Four People »

Conclusion et travaux futurs

- L'extrapolation est une méthode prometteuse et efficace de réduction de la latence, en particulier lors de la transmission de contenus à faible complexité temporelle
- Cependant, elle est encore dans sa phase initiale et doit être améliorée en termes de qualité, de prédiction à long terme et de délai d'extrapolation

Le travail à venir consiste à:

- Proposer des mécanismes d'adaptation de débit et d'horizon d'extrapolation en fonction des conditions du réseau
- Implémenter le schéma hybride basé sur l'extrapolation

Bibliographie

- [1] C. Bachhuber, E. Steinbach, et al. On the minimization of glass-to-glass and glass-to-algorithm delay in video communication. IEEE Trans. Multimed 2018
- [2] M. Vijayarajnam, M. Cagnazzo, et al. Towards zero-latency video transmission through frame extrapolation. IEEE ICIP 2022
- [3] H. KANJ, A. TRIOUX, and al, Etude de la faisabilité d'une compensation efficace de la latence par extrapolation des images vidéo, Coresa 2023 (Accepté)
- [4] H. KANJ, A. TRIOUX, and al, on the feasibility of efficient latency compensation using video frame extrapolation, ICIP 2023 (Soumis)