

Rapport: La vidéo numérique en pratique

Décompression et affichage de flux vidéo

Maxime Perrin-Livenais
Maya El Gemayel

Décembre 2021

1 Jouer un flux MPEG-2 élémentaire de test

1. Nous avons choisi d'utiliser 2 vidéos afin d'expérimenter notre désentrelaceur à savoir: `bw_numbers.m2v` et `pendulum.m2v`.

2. Pour convertir nos séquences vidéos en pile d'images, nous utilisons la commande suivante:

```
./src/tools/mpeg2dec/src/mpeg2dec <video> -o pgm
```

Nous avons décidé de stocker les frames dans un dossier nommé `frames`.

3. On peut remarquer que l'image est composée des 3 canaux YUV. En effet, sur les 2 tiers supérieurs de l'image, nous pouvons retrouver la luminance. On peut ensuite remarquer dans le dernier tiers du ppm les 2 canaux UV, tous les 2 échantillons en 4:2:0.

4. Notre première intuition était de modifier la fonction `dump_state` qui se trouve dans `src/dump_state.c`. De cette manière, il suffisait de lancer l'appel à `mpeg2dec` en rajoutant l'option "verbose" avec le `-v`. Nous avons vite remarquer une solution plus simple qui est de modifier le fichier `libmpeg2/header.c` ce qui nous permet de log toutes les informations nécessaires à la création et définition des flags. Ainsi, nous avons fini par modifier la fonction `picture_coding_xtpourrécupérernouslogssurlasortiestandardestdout`.

5. Nous avons décidé de coder notre application en python. Afin de ne pas connaître de problèmes de dépendances, nous avons fourni un `requirements.txt` afin de créer l'environnement virtuel adéquat au bon fonctionnement de notre application. Pour créer correctement l'environnement, il suffit de lancer la commande suivante:

```
python3 -m venv venv; . ./venv/bin/activate; pip install -r requirements.txt
```

Il faut également avoir installer le paquet ImageMagick disponible sur <https://imagemagick.org/index.php>.

6. Notre application peut prendre 2 types d'entrées en paramètres. En effet, elle peut soit prendre en entrée directement un flux vidéo avec l'option `-v`, soit elle prend le chemin vers le dossier contenant tous les ppm de la séquence ainsi que les metadatas associées à chacun des ppm et renvoyées par notre version modifiée de `mpeg2dec` via l'option `-i`.

De la même manière, elle peut soit jouer les frames une à une à l'écran à l'aide de matplotlib grâce à l'option `images` (utiliser la touche `Q` pour passer à la frame suivante) ou jouer à l'aide de `ffmpeg` une version réencodée de la vidéo d'entrée après traitement via l'option `video`.

Ainsi les différentes manières de lancer notre application sont les suivantes:

- `python3 src/main.py -v videos/elementary/bw_numbers.m2v --images`
- `python3 src/main.py -v videos/elementary/bw_numbers.m2v -o test.mpeg --video`

Les frames obtenues après traitement sont stockées dans le dossier output-frames.

7. Afin de forcer la cadence du flux élémentaire via la ligne de commande nous avons rajouté l'option *ips*:
`python3 src/main.py -v videos/elementary/bw_numbers.m2v -o test.mpeg --video --ips 5`
8. Pour log correctement et simplement la `frame_period`, nous avons modifié une fonction (`sequence_ext`) dans le fichier `header.c` situé dans le dossier `libmpeg2`. Nous profitons également pour log directement la valeur de la cadence qui est égale à: $cadence_ips = \frac{27M}{frame_period}$
9. Notre programme accepte à présent la cadence récupérée de nos logs (question précédente) et celle qui est forcée dans notre ligne de commande.
10. Afin de désentrelacer notre flux vidéo, nous avons rajouté l'option *bob*:
`python3 src/main.py -v videos/elementary/bw_numbers.m2v -o test.mpeg --video --bob`
A priori, notre désentrelaceur bob a l'air de fonctionner.

2 Jouer un flux vidéo de chaîne d'infos américaine assez notoire

1. Le PID du flux vidéo de `cnn.ts` est `0x1422`.
2. Pour le convertir correctement, il faut lancer la commande suivante:
`./src/tools/mpeg2dec/src/mpeg2dec cnn.ts -o pgm -t 0x1422`
Nous avons rajouté l'option `-t` qui prend en paramètre le PID du flux à démultiplexer de la vidéo donné en entrée.
`python3 src/main.py -v videos/ts/cnn.ts -t 0x1422 --video --bob`
3. En observant le flux vidéo, il semble osciller de haut en bas puis de bas en haut de manière périodique. Ceci peut être dû à plusieurs choses comme le réalignement mais même après avoir essayé de l'implémenter nous avons toujours le même résultat, qui est qui plus est local au flux vidéo de CNN. On peut remarquer à certains endroits que le flux semble entrelacé.
4. En regardant nos logs des "flags" de `mpeg2dec`, nous remarquons que les images signalées progressives ont l'air d'être entrelacée, ce qui est contradictoire.
5. Pour log la valeur de `progressive_sequence`, nous avons rajouté une ligne dans la fonction `sequence_ext`, dans le fichier `libmpeg2/header.c`.
Après avoir logger le flag `progressive_sequence`, nous constatons que ce flag est défini à 0 dans toutes nos vidéos de test, malgré le fait que les frames sont signalées comme étant progressives. De plus, les séquences ont l'air d'être entrelacées visuellement malgré le fait que les images sont dites progressives. Selon nous, l'erreur qu'a effectué l'encodeur est qu'il a rencodé des frames entrelacées en frames progressives ce qui fait qu'elles ne sont pas desentrelacées par la suite.
6. Une option heuristique que nous pourrions implémenter afin de palier à ce problème serait que notre désentrelaceur ne s'en remette plus aux informations données par l'encodeur/démultiplexeur afin de savoir s'il doit désentrelacer une frame mais qu'il détecte par lui-même si la frame est entrelacée. Néanmoins, cette opération aurait un coût non négligeable dans le temps de traitement d'une pipeline réelle.

3 Jouer un flux vidéo de chaînes de divertissement asiatiques

1. Le troisième PID vidéo de ctv.ts est 0x3fd.

2. La commande est la suivante:

```
python3 src/main.py -i test_ctv_3/ctv_3.meta test_ctv_3/frames -o test.mpeg --video --bob
```

Pour des raisons pratiques, nous avons déjà démultiplexé le flux vidéo et l'avons limité aux 400 premières frames qui correspondent à la scène du gâteau. Pour les obtenir, il faut utiliser la commande suivante:

```
./src/tools/mpeg2dec/src/mpeg2dec ctv.ts -o pgm -v -t 0x3fd > ctv_3.meta
```

Attention, pour des raisons que nous n'avons pas su trouver l'option -t de notre application n'est pas fonctionnelle sur les PID du flux de ctv.ts.

3. Premièrement, le gâteau semble encore entrelacé à certains moments. Autrement, nous avons pu remarqué une différence de vitesse entre les effets spéciaux et le reste de la scène. Ce qui nous a permis de voir de cette différence est le moment où la petite fille décide de prendre sa fourchette ou encore quand la valise est en train de tomber. Nous avons donc l'impression que pour pouvoir garder des effets spéciaux qui ont une vitesse appréciable, le flux original a été modifié quitte à dégrader la fluidité de la scène originelle.

4. Le premier PID vidéo de ctv.ts est 0x3e9.

5. La commande est la suivante:

```
python3 src/main.py -i test_ctv_1/ctv_1.meta test_ctv_1/frames -o test.mpeg --video --bob
```

De la même manière que précédemment, nous avons au préalable démultiplié le flux vidéo mais il contient cette fois toutes ses frames originelles.

6. De la même manière que précédemment, le flux est encore entrelacé par moments mais c'est ici plus marqué. Quelque chose que l'on peut remarquer est que le jeu de lumière provoqué par l'hélice qui tourne rend très mal sur certains personnages à des moments précis et contribue encore à la dégradation de la fluidité du mouvement.

4 Vers un meilleur désentrelaceur

1. Afin de rajouter cette nouvelle méthode de désentrelacement, nous avons rajouter l'option *deinterlace* qui prend en paramètre optionel le seuil de détection de mouvement:

- `python3 src/main.py -i test_ctv_3/ctv_3.meta test_ctv_3/frames --video --deinterlace`
- `python3 src/main.py -i test_ctv_3/ctv_3.meta test_ctv_3/frames --video --deinterlace 60.0`

2. On peut observer une légère amélioration dans la fluidité des mouvements verticaux puisqu'on a pu doubler à certains endroits et moments la résolution verticale. Nous avons pu aussi créer de l'information supplémentaire entre certains fields peu en mouvement. Nous avons donc potentiellement remplacer des frames redondantes par des frames interpolant une nouvelle position entre la frame précédente et suivante. Ainsi les petits mouvements de la scène sont mieux échantillonnés.