

Fiabilité de l'information : utilisation des codes correcteurs d'erreur, Reed-Solomon

Les codes correcteurs sont à la croisée des mathématiques, de l'algèbre, de l'informatique et de la théorie de l'information ; ils en sont une belle application. Ce sujet a attiré mon attention étant donné l'importance cruciale et croissante de ces codes dans la transmission de données.

Les codes correcteurs trouvent leur application dans de multiples domaines, des télécommunications au stockage de l'information. Dans un environnement compétitif comme l'eSport, où chaque milliseconde compte, ils jouent un rôle d'autant plus décisif, notamment dans l'intégrité des données, la fluidité de l'expérience de jeu et l'équité de la compétition.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *MATHEMATIQUES (Algèbre)*
- *INFORMATIQUE (Informatique Théorique)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

Code correcteur d'erreur *Error-correcting code*

Reed-Solomon *Reed-Solomon*

Polynômes *Polynomials*

Corps finis *Finite field*

Information *Information*

Bibliographie commentée

Un code correcteur d'erreur est un outil utilisé dans les systèmes de communication, visant à détecter des erreurs de transmission d'un message et à les corriger. Le moyen de transmission – ou canal – n'étant qu'idéalement sans bruit, il faut tenir compte des altérations possibles que peut subir l'information lors de sa transmission. Ces codes trouvent d'importantes applications dans plusieurs domaines : télécommunications, mais aussi stockage et sécurisation de données [1]

Les codes correcteurs d'erreur s'inscrivent dans le prolongement de la théorie de l'information, initiée par Claude Shannon. Ce dernier a engagé une véritable révolution en prouvant qu'une information pouvait, sous certaines conditions, être transmise sans erreurs sur un canal bruité. Il n'a cependant pas montré comment arriver à de telles structures de transmission de l'information : c'est là l'essence même des codes correcteurs [2].

La transmission de données entre un satellite et la terre constitue un parfait exemple de situation dans laquelle l'utilisation des codes correcteurs s'avère indispensable. Plusieurs facteurs peuvent altérer l'information transmise, comme des interférences électromagnétiques, des perturbations atmosphériques... Sans code correcteur, la terre ne recevrait que des informations partielles voire faussées, ce qui pourrait avoir des conséquences graves dans plusieurs domaines : astronomie, guidage GPS, météorologie... [3]

Dans le contexte des jeux vidéo ou de l'eSport, les codes correcteurs jouent sur plusieurs facteurs déterminants :

- La stabilité de la connexion : les jeux nécessitent une connexion permanente entre le client et le serveur, et des perturbations liées à des données perdues ou altérées peuvent entraîner des déconnexions répétées
- Minimisation du temps de réponse : les codes correcteurs permettent d'éviter de renvoyer toute l'information et réduisent donc le temps de latence

...

On s'intéresse ici plus particulièrement au code de Reed-Solomon, dont le principe a été publié en 1960 par Irving S. Reed et Gustave Solomon [4]. Ce code repose sur des espaces de polynômes indexés sur des corps finis [5].

Problématique retenue

Je propose d'étudier l'efficacité du code de Reed-Solomon par rapport aux autres méthodes de correction d'erreur.

Objectifs du TIPE du candidat

1. Etudier les principes généraux des codes correcteurs d'erreur
2. Etudier le fonctionnement de l'algorithme de Reed-Solomon
3. Réaliser un programme fonctionnant sur le même principe
4. Comparer les résultats avec d'autres méthodes de correction d'erreur

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] DUMAS, JEAN-GUILLAUME ET AL : Théorie des codes. Compression, cryptage, correction : *Dunod, 3e édition, 2018, 416 pages.*
- [2] RIOUL, OLIVIER : Qu'est-ce que la théorie de l'information ? : [en ligne].
<https://culturemath.ens.fr/thematiques/probabilites/qu-est-ce-que-la-theorie-de-l-information>
[page consultée le 21 janvier 2024]
- [3] SODERMAN, NLSI STAFF : NASA Beams Mona Lisa at the Moon : [en ligne].
<https://lunarscience.nasa.gov/articles/nasa-beams-mona-lisa-at-the-moon/> [page consultée le 21 janvier 2024]
- [4] REED, I. S., AND G. SOLOMON : Polynomial Codes Over Certain Finite Fields : *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics* [en ligne], vol. 8, no. 2, (1960).
https://elearning-facsci.univ-annaba.dz/pluginfile.php/24467/mod_resource/content/1/PAPIER%20ORIGINAL_CODAGE%20REED%20SOLOMON.PDF [page consultée le 21 janvier 2024]
- [5] DEMAZURE, MICHEL : Cours d'algèbre. Primalité, divisibilité, codes : *Cassini, Nouvelle bibliothèque mathématique, 1re édition, 1997, 301 pages.*