

Codes correcteurs d'erreurs

Étant intéressé par la cybersécurité, j'ai apprécié étudier la théorie garantissant le fonctionnement des codes correcteurs d'erreurs et leur mise en œuvre dans le cadre d'une simulation informatique. Il est nécessaire de sécuriser l'intégrité des informations transmises. En ville, de nombreuses infrastructures peuvent compromettre ces données, qu'elles soient médicales, militaires ou bien bancaires par exemple.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

MATHEMATIQUES (Algèbre), INFORMATIQUE (Informatique Théorique), PHYSIQUE (Physique Théorique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Code correcteur d'erreur</i>	<i>Error correcting code</i>
<i>Distance</i>	<i>Distance</i>
<i>Matrice</i>	<i>Matrix</i>
<i>Transmission</i>	<i>Transmission</i>
<i>Série de Fourier</i>	<i>Fourier series</i>

Bibliographie commentée

Depuis l'arrivée des technologies de transmission d'informations sans fil, il a été crucial de garantir leur intégrité. Celles-ci pouvant être d'une importance militaire, diplomatique ou vitale, la correction des erreurs liées à leur transmission est donc nécessaire.

Les codes correcteurs d'erreurs sont une technique de codage s'appuyant sur la redondance des informations, faite de la manière la plus efficace possible.

Cette technique s'inscrit dans la théorie des codes, majoritairement fondée par Claude Shannon en définissant l'information de manière mathématique. Elle étudie les différents codes, leurs capacités et leurs propriétés lorsque ils sont exposés ou non à du bruit.

De nombreuses méthodes existent pour éviter les pertes de données liées à des interférences ou à la traversée de différents matériaux notamment en ville (présence de nombreux signaux, immeubles...), et sont plus ou moins efficaces à la fois en place et en temps. Il est possible d'effectuer de la répétition comme détaillé par Etienne Duris en exemple de technique simple de correction [1], mais cette méthode, bien que fonctionnelle, n'est pas optimale en terme de stockage. D'autres techniques plus complexes/lourdes semblent plus difficilement compréhensibles et modélisables, c'est pour cela que le code de Hamming a été choisi comme sujet d'étude [2].

Mis au point par Richard Hamming vers 1950, il a tout d'abord servi à corriger les erreurs d'un calculateur à carte perforée peu fiable sur lequel Hamming travaillait.

Ce code permet d'étudier les notions mathématiques fondamentales des codes correcteurs [3], en

définissant des distances sur un corps fini et faisant appel à l'algèbre linéaire en s'appuyant sur des matrices génératrices du code, et des matrices de contrôle pour identifier les erreurs éventuelles. Il fait partie de la famille des codes linéaires parfaits, il est donc muni d'une structure de corps fini et respecte certaines propriétés de découpage de l'espace relatives à la distance définie.

D'abord, l'attention sera portée sur l'algèbre linéaire sous-jacente aux codes correcteurs d'erreurs, puis au cas particulier du code de Hamming, et enfin à la création d'une simulation informatique d'un échange de signaux subissant une perturbation, en se servant de la transformée de Fourier.

Cette simulation sera réalisée en python, et consistera à coder un message avec le code de Hamming, puis à le convertir en signal "analogique" pour le transmettre en lui faisant subir une perturbation, et à le re-convertir en signal "numérique" pour corriger les erreurs éventuelles.

Problématique retenue

Comment assurer l'intégrité de données lors de leur transmission en étudiant et simulant leur émission et réception, à travers l'application de codes correcteurs d'erreur. Dans l'optique d'étudier la transmission à grande échelle de données dans un monde urbain où l'importance du numérique ne fait que croître.

Objectifs du TIPE

Premier objectif : Détailler les principes de la correction d'erreurs.

Deuxième objectif : Etudier le principe du codage de Hamming.

Troisième objectif : Simuler le codage de Hamming lors de la transmission d'un signal analogique en utilisant la transformée de Fourier.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] ÉTIENNE DURIS : Signalisation, codage, contrôle d'erreurs : <http://igm.univ-mlv.fr/~duris/RESEAU/L3/L3-phyCodage-20092010.pdf>

[2] MARC CHAUMONT : Codes correcteurs d'erreurs : https://www.lirmm.fr/~chaumont/download/cours/codescorrecteur/01_codes_correcteurs_d%27erreurs_1_transparent_par_page.pdf

[3] JEAN DUPUY, EMMY DUCLOS : Codes correcteurs : Garder les erreurs À distance : <https://tangente-mag.com/article.php?id=6715>