Réseaux, information et communications (INFO-F303)
Partie Théorie de l'Information
9. Conclusion

Christophe Petit

Université libre de Bruxelles

Plan du cours

Théorie des codes

- Shannon : *"il existe un code qui transmet sans erreur sur un canal bruité, tant que le débit du code est inférieur à la capacité du canal"*
- Théorème d'existence, preuve non constructive
- En pratique, on souhaite des codes avec bon débit et capacité de correction, et des fonctions d'encodage et de décodage efficaces

Rappel : contraintes connues

- Second théorème de Shannon : $k/n \leq \mathcal{C}_p$
- Borne de Singleton : $d \leq n - k + 1$
- Borne de Hamming : $B_s \leq q^{n-k}$ avec $s = \left\lfloor \frac{d-1}{2} \right\rfloor$
- Borne de Gilbert-Varshamov : $B_{d-1} \geq q^{n-k}$

Codes approchant la capacité maximale

- Pour canal bruité donné, par exemple un canal symétrique de paramètres p et r, on veut un code $[n, k, d]$ avec
  - Grande capacité de détection et correction d'erreurs (asymptotiquement on veut $d \geq 2pn$)
  - Haut débit k/n (approchant la capacité du canal)
  - Algorithmes rapides de détection et correction

Au-delà du cours

- Preuve de Shannon utilise un code aléatoire
- Codes algébriques très structurés ; pas aléatoires
- Hard vs soft decoding : plutôt que de choisir le mot de code le plus probable, garder une liste de mots potentiels avec les probabilités associées
- Autres modèles d'erreurs, par exemple erreurs en blocs
- Autres bornes existantes
- Codes géométriques

Familles "récentes"

Turbo codes (Berrou 1993) Notion de *décodage itératif*, combinant une paire de codes convolutifs. Premiers codes à approcher la capacité de Shannon en pratique.

Codes LDPC (Gallager 1963, redécouverts en 1996) Décodage itératif dans un *graphe de Tanner épars*.

Codes polaires (Arikan, 2009) Première famille de codes avec une construction explicite à atteindre la capacité d'un canal binaire symétrique avec une dépendance polynomiale en fonction de l'écart à la capacité, et encodage et décodage en temps $O(n \log n)$.

Questions ?

?

Crédits et remerciements

- Mes transparents suivent fortement les notes de cours développées par le Professeur Yves Roggeman pour le cours INFO-F303 à l'Université libre de Bruxelles
- Une partie des transparents et des exercices ont été repris ou adaptés des transparents développés par le Professeur Jean Cardinal pour ce même cours
- Je remercie chaleureusement Yves et Jean pour la mise à disposition de ce matériel pédagogique, et de manière plus large pour toute l'aide apportée pour la reprise de ce cours
- Les typos et erreurs sont exclusivement miennes (merci de les signaler !)