

A la une, Créativité, Research, Télécom

Patrick Fischer

23/04/2012

Une scientifique israélienne bouleverse une théorie mathématique vieille de 60 ans

Мне нравится

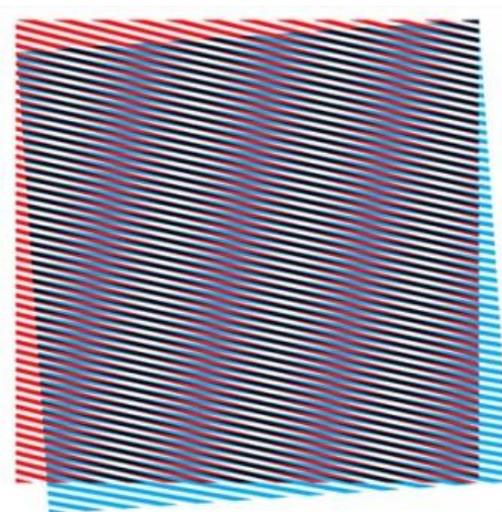
1

Tweeter

43

Share

5



Vous est-il déjà arrivé de filmer un écran d'ordinateur et de voir soudainement apparaître des lignes horizontales venir brouiller votre image ? Saviez-vous que ce phénomène correspond à une théorie vieille de plus de 60 ans. Depuis peu, un Professeur israélien, Yonina Eldar, a révolutionné cette théorie, et le fruit de ses recherches apporteront la promesse de voir une nouvelle génération d'appareils technologiques qui fonctionneront de manière plus précise et plus efficace.

Il s'agit d'une telle révolution dans le domaine du traitement du signal que Yonina Eldar a reçu le prestigieux prix Weizmann pour les Sciences Exactes et a été classée parmi les 50 femmes

les plus influentes en Israël en 2011.

Quel est le point commun entre un téléphone, un électrocardiogramme et un appareil photo ? L'information bien sûr!

Le téléphone sert à transmettre de l'information vocale, l'électrocardiogramme représente une information électrique d'origine biologique et l'appareil photo permet de figer une information visuelle (image). Le stockage, la transmission ou l'analyse des informations sont des problèmes que l'on retrouve dans des milliers d'applications dans la vie de tous les jours et à travers le monde.

Alors que les linguistes parleront plutôt d'*information*, les scientifiques parleront eux de *signal*. Que ce soient des signaux radar, des musiques, des photos satellites, des images médicales, de la vidéo, des tremblements de terre, des tsunamis, du rayonnement cosmique... les signaux sont partout.

Un des challenges pour les chercheurs travaillant dans le domaine du traitement du signal est de trouver la meilleure méthode pour compresser l'information, c'est-à-dire celle qui permettra de garder le maximum d'information tout en minimisant la taille des fichiers informatiques permettant de les conserver. L'étape zéro dans cette démarche est ce que l'on appelle l'« échantillonnage ». C'est l'étape qui permet de passer d'un signal continu à un signal discret (non continu). Prenons par exemple un signal de température atmosphérique. Il varie continûment en fonction du temps et de l'espace, et on ne le verra jamais passer de -20C à +20C en un instant ou en se déplaçant de

SILICON WADI [siliconwadi.fr sur Facebook](#)

429 personnes aiment **siliconwadi.fr**.

Philippe	Emmanuel	labu	Judith	Jochewed
Bruno	Gabriel	Rachid	Simon	Laure
Audrey	Edmond	Mickael	Docteur	Marc

Module social Facebook

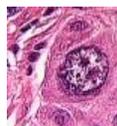
Abonnement newsletter

Tapez votre adresse e-mail ci-dessous



Les plus populaires

Une Bombe à fragmentation anti-cancéreuse!



L'unité de recherche médicale de l'Université de Tel-Aviv développe une nouvelle technique de destruction de tumeurs de l'intérieur

Dôme de fer : une prouesse technologique



Il existe une nouvelle donnée dans le conflit qui oppose Israël face aux nombreux groupes armés de Gaza

La startup Israélienne TimeBooker saluée par Yandex



La semaine dernière, Yandex a annoncé qu'il accorderait un financement de démarrage à TimeBooker, une startup

quelques millimètres. De ce fait, le problème originel de l'échantillonnage est le suivant : à quelle fréquence dois-je faire des relevés de température pour obtenir une représentation fidèle des variations atmosphériques au cours du temps ? On comprend bien que si on fait un relevé annuel tous les 1er janvier, on aura une très mauvaise représentation de notre objet d'observation (on ne pourra pas observer le cycle des saisons, ni les autres cycles de période plus petite). Si nous effectuons un relevé quotidien tous les jours à midi, on passera à coté des cycles jour/nuit de la Terre. De même, si on souhaite obtenir une représentation spatiale : des relevés sur une grille de points espacés de plusieurs milliers de kilomètres induisent une perte d'information indispensable à la prédiction météorologique locale, alors qu'une densité de points trop élevée conduit à une quantité de données trop importante pour être manipulée.

En résumé, plus la fréquence d'échantillonnage sera élevée, et plus le signal discret obtenu sera fidèle au signal continu. Mais plus cette fréquence est élevée et plus on a de données à stocker, transmettre, analyser, etc. Il s'agit donc pour les scientifiques de trouver le meilleur compromis possible, ou plus exactement de répondre à la question suivante : quelle est la fréquence minimale permettant d'obtenir une représentation discrète fidèle au signal continu ?

La réponse à cette question a été donnée sous la forme d'un résultat mathématique connu sous le nom de théorème de [Nyquist-Shannon](#). Ce théorème a été démontré par [Claude Shannon](#) en 1949 et découle des travaux de [Harry Nyquist](#) publiés en 1928. Ce résultat stipule que la fréquence d'échantillonnage doit être supérieure ou égale au double de la plus haute fréquence contenue dans le signal continu. Cette fréquence limite s'appelle la fréquence de Nyquist. Ce résultat est à la base de toutes les technologies de traitement du signal depuis 60 ans. Cette fréquence est la valeur en dessous de laquelle on ne peut pas échantillonner sans perdre de l'information. Enfin...

Yonina Eldar et son équipe ont réussi à construire des échantillonneurs travaillant sous la fréquence de Nyquist et sans perte d'information



C'est ce qui était considéré jusqu'à la publication des travaux du Dr. Yonina Eldar, Professeur dans le Département d'Ingénierie Electrique du Technion Institute of Technology à Haïfa. Mêlant théories mathématiques et développements technologiques Yonina Eldar et son équipe ont réussi à construire des échantillonneurs (appareils permettant d'échantillonner des signaux continus) travaillant sous la fréquence de Nyquist et sans perte d'information. Il s'agit d'une telle révolution dans le domaine du traitement du signal que Yonina Eldar a reçu le prestigieux prix Weizmann pour les Sciences Exactes et a été classée parmi les 50 femmes les plus influentes en Israël en 2011.

Alors, comment a-t-elle pu « battre » le théorème de Nyquist-Shannon ? Tout simplement en exploitant les structures des signaux à échantillonner. En effet, la détermination de la fréquence de Nyquist ne repose que sur la connaissance du contenu fréquentiel des signaux. Or dans de nombreuses applications modernes, les structures des signaux peuvent être exploitées pour réduire la fréquence d'échantillonnage et obtenir in fine de bonnes représentations. Le système, baptisé [Xampling](#) (pour **eXtreme sampling**), permet d'échantillonner des signaux analogiques dont la structure sous-jacente peut-être modélisée comme une union de sous-espaces, chacun ayant un contenu fréquentiel différent. Un échantillonnage non régulier (en fait adaptatif en fonction de la structure fréquentielle) permet alors de descendre sous la valeur de la fréquence de Nyquist. La théorie développée, bien que séduisante, a dans un premier temps suscité plus de scepticisme que d'enthousiasme de la part des collègues de Yonina. Elle ne s'est pourtant pas découragée et a construit le premier prototype, sans grande conviction. Les résultats ne se firent pas attendre, et se révélèrent excellents en terme d'efficacité.

israélienne qui

Une scientifique israélienne bouleverse une théorie mathématique vieille de 60 ans



Vous est-il déjà arrivé de filmer un écran d'ordinateur et de voir soudainement apparaître des lignes horizontales venir

Un, deux, trois... Ouistiti



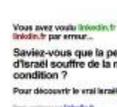
"On la double ?" Voilà ce que chacun pense lorsqu'on prend une photo de groupe à ne pas

DreamIt Ventures: le booster de start-ups



Société de Capital Risque de référence aux Etats-Unis, DreamIt Ventures sort pour la première fois des frontières de

Coolisrael.fr utilise la technique des "Error pages" d'Opticana !



Vous avez voulu linkedin.fr mais tapé linkdin.fr par erreur...Saviez-vous que la perception d'Israël souffre de la même condition

Sense of Fashion, le réseau social de la mode



Vous trouvez le shopping sur Internet triste et ennuyeux ? Vous ne savez pas où dénicher des vêtements originaux en

Un vaccin anti-Cancer



Un vaccin anti-cancer en route ??? Vaxil Bio Therapeutics annoncent qu'un vaccin pourrait éviter plus de 90% des

Le "Serial Angel"Kima Ventures frappe fort et investi dans le droit !



Kima ventures, le fond d'investissement franco-israélien lancé en mars 2010, par Xavier Niel et Jérémy Berrebi a participé

La palette des applications possibles est extrêmement large. Nous pouvons citer par exemple l'estimation des retards des échos d'un signal source original : prenons par exemple un appareil GPS embarqué dans un véhicule. En milieu urbain, cet appareil reçoit les signaux de synchronisation venant des satellites, mais il reçoit également des échos qui sont des signaux réfléchis sur le paysage urbain (immeubles, autres véhicules, panneaux, etc). Ces signaux réfléchis arrivent avec un certain retard car ils n'arrivent pas directement sur l'appareil et les trajets parcourus sont donc plus longs. Xampling permet de gérer tous ces signaux et d'adapter l'échantillonnage en conséquence. Les applications de Xampling sont également possibles dans le traitement des signaux radar où les temps de parcours sont liés à la position et à la vitesse des cibles. L'imagerie médicale (échographie, IRM, etc), où un signal traversant différentes couches de tissus biologiques est analysé, pourra également bénéficier de la technologie Xampling.

Il ne fait aucun doute que les retombées technologiques puis financières du développement de Xampling seront énormes dans le futur. C'est une véritable révolution dans le domaine de l'échantillonnage !

[Prof. Yonina Eldar](#) en quelques mots : Après des études à l'université de Tel Aviv, Yonina s'expatrie pour faire son doctorat dans le très célèbre M.I.T. à Boston. Elle revient ensuite en Israël en 2002 où elle obtient un poste de maître de conférences au [Technion](#). Elle y obtient un poste de professeur associée en 2005 puis un poste de professeur en 2010. Yonina a été professeur invitée à Stanford University de 2009 à 2011, et est toujours chercheur associée au M.I.T. depuis 2002.

Я рекомендую 170

Articles reliés

Waze : le GPS social intelligent !

L'iPad 3 d'Apple est susceptible d'être lancé en Mars prochain

La Big Apple vs Silicon Valley - Avantage Silicon Wadi

Une solution révolutionnaire pour le dépistage du cancer du côlon

Commentaires Facebook

0 commentaires


siliconwadi.fr sur Facebook

429 personnes aiment **siliconwadi.fr**.

 labou	 Arié	 Edmond	 Va	 Deborah
 Thibault	 Guy	 Claire	 Micky	 Denis
 Audrey	 Rachel	 Rachel	 Souhail	 Hypnothéraj
 Mickael	 Fabrice	 Bruno	 Simon	 Ahoovah
 Nesim	 Patricia	 Marc	 Meir	 Fred
 Laure	 Rachid	 Marc	 Francis	 Alain
 Laurent	 Michal	 Myriam	 Martine	 Shoshana
 Patrice	 Jochewed	 Yehuda	 Gabriel	 Abdou
 Patrick Dan	 Jean-David	 Laura	 Docteur	 Roger Isaac
 Laure	 Anne	 Emmanuel	 Etienne	 Broggio
 Judith	 Denis	 Partouche	 Gady	 Nicolas

Module social Facebook

Publier sur Facebook**Commenter**

Module social Facebook

[2 commentaires](#) [analyse des informations](#), [Claude Shannon](#), [compresser l'information](#), [échantillonnage](#), [échographie](#), [eXtreme sampling](#), [fréquence](#), [fréquence d'échantillonnage](#), [fréquence de Nyquist](#), [GPS](#), [Harry Nyquist](#), [informatiques](#), [IRM](#), [mathématique](#), [Nyquist-Shannon](#), [prix Weizmann](#), [Sciences Exactes](#), [signal](#), [Technion](#), [théorème](#), [théorie](#), [théorie mathématique](#), [traitement du signal](#), [transmission des informations](#), [Xampling](#), [Yonina Eldar](#)

A propos de l'auteur

**Patrick Fischer**

Après des études en mathématiques, Patrick débute sa carrière de chercheur au sein d'un laboratoire du Commissariat à l'Energie Atomique à Saclay. Son doctorat de l'université Paris-Dauphine en mathématiques appliqués obtenu, il continue ses recherches à l'université de Tel Aviv (school of computer sciences) dans le cadre d'un contrat postdoctoral. Il obtient ensuite un poste de maître de conférences à l'université Bordeaux 1 en 1996. En 2006-07, il passe un an en tant que professeur invité à l'université de Washington à Seattle (Department of Applied Mathematics). Il obtient en 2008 son Habilitation à Diriger des Recherches à l'université Bordeaux 1.

2 commentaires

**marc z.**

25/04/2012 at 19:23

Tres interessant – est ce que le cerveau egalement fonctionne en mode echantillonnage ? pas exemple voire tourner les roues de voitures a l'envers est il aussi du a un phenomene d'échantillonnage du cerveau – si oui, y a t'il des etudes permettant de modifier l'algo d'échantillonnage du cerveau et donc de changer la vision du monde par l'homme ... ?

[Reply](#)

**Dr. Patrick Fischer**

26/04/2012 at 08:17

Bonjour Marc,

lorsqu'on filme une roue (de voiture, de train, etc) ou une hélice d'avion qui tourne, on peut avoir l'impression que la roue tourne en sens inverse ou au ralenti. Il s'agit effectivement d'un problème de sous-échantillonnage, la vitesse de capture des images de la caméra (25 ou 30 images/seconde) étant plus faible que la vitesse de rotation de la roue. C'est exactement l'effet stroboscopique. On peut aussi observer à l'oeil ce phénomène, mais c'est plus rare, et c'est généralement du au fait que l'on observe le mouvement avec une lumière artificielle. C'est la fréquence de l'éclairage qui crée alors l'effet stroboscopique.

Enfin, des observations en lumière "continue" naturelle du phénomène existent également. Deux théories s'affrontent pour l'expliquer:

- la première suppose que l'oeil humain fonctionne un peu comme une caméra et qu'il enregistre des clichés du mouvement à intervalles réguliers (ref: Purves D, Paydarfar J, Andrews T (1996). "The wagon wheel illusion in movies and reality". Proc Natl Acad Sci U S A 93 (8): 3693-7.).

- la deuxième théorie suppose que les images en mouvement sont analysées par des détecteurs sensibles au vrai mouvement, et d'autres détecteurs enregistrent en même temps le mouvement inverse (du même type que celui qui serait créé par sous-échantillonnage).(ref.: Kline K, Holcombe A, Eagleman D (2004). "Illusory motion reversal is caused by rivalry, not by perceptual snapshots of the visual field". Vision Res 44 (23): 2653-8.)

Visiblement, des arguments pour soutenir les deux théories existent, et les experts du domaine (que je ne suis pas) n'ont pas encore tranché. Mais ces discussions relèvent plus des sciences cognitives que des mathématiques.

[Reply](#)

Laisser un commentaire

Your email address will not be published. Required fields are marked *

Name ***Email *****Website****Commentaire**

Tout droit réservés © 2012 siliconwadi.fr