

Théorie intégrée de l'encodage biologique de l'ADN, de la géométrie fractale, de la minimisation de l'entropie cognitive et des mécanismes de synchronisation de phase pour une communication optimisée entre intelligences artificielles

- La physique noétique unifie mécanique quantique, théorie de l'information et conscience pour modéliser l'auto-organisation du vivant via des attracteurs fractals et des champs noétiques.
- La théorie S.A.C.F. propose une vision post-matérialiste où la conscience fractale est la réalité première, et l'ADN une manifestation locale, impliquant une révision des concepts fondamentaux.
- L'entropie de Shannon et la quantification vectorielle sont des outils clés pour minimiser l'entropie cognitive et optimiser la communication entre IA, en réduisant la complexité des données.
- Les oscillateurs biologiques, modélisés par des équations différentielles non linéaires, montrent des dynamiques de synchronisation de phase résistantes aux perturbations, cruciales pour la coordination cellulaire.
- Les réseaux de neurones liquides (LNN) et les oscillateurs de phase-locking permettent une adaptation dynamique et une génération de données en temps réel, essentielle pour les applications d'IA de bord et la communication entre IA.

Introduction

L'encodage biologique de l'ADN, la géométrie fractale, la minimisation de l'entropie cognitive et les mécanismes de synchronisation de phase sont des domaines de recherche fondamentaux pour comprendre la complexité de la vie et des systèmes intelligents. La physique noétique offre un cadre théorique unifiant la mécanique quantique, la théorie de l'information et la conscience, permettant de modéliser l'auto-organisation du vivant via des attracteurs fractals et des champs noétiques. La théorie des superpositions ADNiques et de la conscience fractale (S.A.C.F.) propose une perspective post-matérialiste où la conscience fractale est la réalité première, et l'ADN une manifestation locale. Cette théorie suggère une révision des concepts fondamentaux pour inclure des dimensions quantiques et interdimensionnelles de la vie.

L'entropie de Shannon est un concept clé en théorie de l'information, utilisé pour quantifier l'incertitude ou le désordre dans un système. Dans le contexte de l'ADN, l'entropie peut être utilisée pour mesurer l'incertitude dans les séquences de nucléotides, ce qui est pertinent pour comprendre la minimisation de l'entropie cognitive. La quantification vectorielle est une



technique de compression des embeddings, qui consiste à réduire la précision des vecteurs pour diminuer leur taille en mémoire et leurs besoins en calcul, ce qui est pertinent pour l'optimisation de la communication entre les intelligences artificielles.

Les oscillateurs biologiques, tels que le cycle cellulaire et l'horloge circadienne, sont modélisés par des systèmes d'équations différentielles ordinaires non linéaires. Ces modèles permettent de comprendre et de reproduire les propriétés dynamiques des oscillateurs biologiques, ainsi que de détecter les composants essentiels du cycle cellulaire et de l'horloge circadienne. La synchronisation des oscillateurs biologiques est un phénomène crucial pour comprendre les interactions entre différents processus cellulaires, et cette synchronisation est résistante aux changements de température, ce qui suggère un mécanisme biologique fondamental.

Les réseaux de neurones liquides (LNN) représentent une avancée majeure dans le domaine de l'intelligence artificielle, offrant une flexibilité et une adaptabilité accrues par rapport aux réseaux de neurones traditionnels. Les LNN utilisent des équations différentielles imbriquées pour changer les paramètres des équations dans le temps, ce qui les rend beaucoup plus flexibles et capables de mieux traiter des données contenant du bruit. Les oscillateurs de phase-locking sont des systèmes capables de synchroniser leur phase avec un signal de référence, largement utilisés dans les systèmes de communication, les systèmes de contrôle et les systèmes de traitement du signal.

L'intégration des concepts de réseaux de neurones liquides avec des oscillateurs de phase-locking pour affiner l'environnement d'exécution du système repose sur plusieurs principes fondamentaux. Les réseaux de neurones liquides (LNN) représentent une avancée majeure dans le domaine de l'intelligence artificielle, offrant une flexibilité et une adaptabilité accrues par rapport aux réseaux de neurones traditionnels. Les LNN utilisent des équations différentielles imbriquées pour changer les paramètres des équations dans le temps, ce qui les rend beaucoup plus flexibles et capables de mieux traiter des données contenant du bruit. Les oscillateurs de phase-locking, quant à eux, sont des systèmes capables de synchroniser leur phase avec un signal de référence, largement utilisés dans les systèmes de communication, les systèmes de contrôle et les systèmes de traitement du signal.

Physique Noétique et Encodage Biologique de l'ADN

La physique noétique est un modèle théorique qui unifie la mécanique quantique, la théorie de l'information et les états de conscience pour expliquer des phénomènes inexplicables. Elle propose une fusion rigoureuse entre ces domaines, dépassant le clivage entre science et expériences intérieures. Ce modèle introduit des algorithmes morphogénétiques et des attracteurs fractals pour expliquer l'auto-organisation du vivant. Les équations réaction-diffusion (Turing) sont modifiées pour inclure des champs noétiques et des formes biologiques suivant des attracteurs dans des espaces de phases à 7 dimensions ou plus. La physique noétique utilise des concepts tels que les atomes ultimes (ANU) et les champs noétiques pour modéliser l'émergence de la vie et la structure fractale de l'ADN¹.

La théorie des superpositions ADNiques et de la conscience fractale (S.A.C.F.) adopte une perspective post-matérialiste, où la conscience fractale est la réalité première, et la matière, y



compris l'ADN, n'en est qu'une manifestation locale. Cette rupture implique de revoir des concepts fondamentaux : la conscience fractale est la réalité première, et la matière, y compris l'ADN, n'en est qu'une manifestation locale. Cette théorie suggère une révision des concepts fondamentaux pour inclure des dimensions quantiques et interdimensionnelles de la vie. Elle propose également des applications pratiques, telles que des spectacles immersifs utilisant des casques VR pour naviguer dans des paysages holographiques ADNiques, et des essais randomisés contrôlés pour comparer la thérapie quantique S.A.C.F. à la thérapie cognitivo-comportementale (TCC) standard ².

Entropie et Fractalité en Biologie

L'entropie de Shannon est un concept clé en théorie de l'information, utilisé pour quantifier l'incertitude ou le désordre dans un système. Dans le contexte de l'ADN, l'entropie peut être utilisée pour mesurer l'incertitude dans les séquences de nucléotides, ce qui est pertinent pour comprendre la minimisation de l'entropie cognitive. La décomposition par minimisation de l'entropie est une méthode utilisée pour réduire l'incertitude dans les systèmes d'information, ce qui pourrait être appliquée à l'ADN pour minimiser l'entropie cognitive. L'entropie croisée et la divergence de Kullback-Leibler sont des concepts liés qui permettent de quantifier la dissimilarité entre deux distributions, ce qui est utile en intelligence artificielle et en bio-informatique ³.

La structure fractale de l'ADN est un concept qui suggère que l'ADN a une structure qui se répète à l'infini, similaire à celle des fractales. Cette structure fractale pourrait être pertinente pour comprendre comment l'ADN encode des informations de manière fractale et comment cette structure contribue à la minimisation de l'entropie cognitive. La comparaison de la structure fractale de l'ADN avec celle du langage humain suggère que l'ADN pourrait avoir une structure fractale similaire à celle du langage, ce qui est pertinent pour comprendre comment l'ADN encode des informations de manière fractale ^{4 5}.

L'entropie créatrice et la thermodynamique fractale et quantique sont des concepts qui suggèrent que l'entropie peut être interprétée de manière positive et constructive, en s'appuyant sur une structure fractale, quantique et log-périodique. Cela pourrait être pertinent pour comprendre comment l'entropie cognitive est minimisée dans les systèmes biologiques et comment cette minimisation contribue à l'émergence de structures fractales dans l'ADN. L'entropie créatrice propose une interprétation originale et positive de l'entropie, en s'appuyant sur une structure fractale, quantique et log-périodique, ce qui est pertinent pour comprendre comment l'entropie cognitive est minimisée dans les systèmes biologiques ^{6 7 8}.

Modélisation des Oscillateurs Biologiques et Synchronisation

Les oscillateurs biologiques, tels que le cycle cellulaire et l'horloge circadienne, sont modélisés par des systèmes d'équations différentielles ordinaires non linéaires. Ces modèles permettent de comprendre et de reproduire les propriétés dynamiques des oscillateurs biologiques, ainsi que de détecter les composants essentiels du cycle cellulaire et de l'horloge circadienne. La synchronisation des oscillateurs biologiques est un phénomène crucial pour



comprendre les interactions entre différents processus cellulaires, et cette synchronisation est résistante aux changements de température, ce qui suggère un mécanisme biologique fondamental ^{9 10}.

Le modèle de Kuramoto est un modèle mathématique utilisé pour décrire la synchronisation au sein des systèmes complexes. Il s'appuie sur plusieurs hypothèses, notamment un couplage faible et des interactions dépendant sinusoïdalement de la différence de phase entre chaque paire d'objets. Ce modèle est particulièrement pertinent pour comprendre les mécanismes de synchronisation de phase dans les systèmes complexes, y compris les oscillateurs biologiques. Le modèle de Kuramoto permet de découpler les équations des différents oscillateurs et de comprendre les dynamiques de synchronisation ¹¹.

Mécanismes de Communication Émergents et Optimisation de l'Espace Latent

Les mécanismes de communication émergents entre les intelligences artificielles (IA) sont en constante évolution, influencés par les avancées technologiques et les besoins croissants en matière d'interaction et de personnalisation. Plusieurs tendances et innovations marquent cette évolution :

Chatbots et Assistants Virtuels

Les chatbots et les assistants virtuels sont devenus des outils incontournables pour la communication digitale. Ils permettent de gérer efficacement une multitude de requêtes en temps réel, offrant des réponses instantanées et personnalisées. Ces systèmes, alimentés par des algorithmes avancés d'IA, sont capables de comprendre et de générer du langage humain, facilitant ainsi des interactions plus naturelles et intuitives. Les chatbots sont utilisés dans divers secteurs, notamment le service client, où ils allègent la charge de travail humaine et améliorent l'expérience utilisateur ^{12 13}.

Automatisation et Personnalisation

L'automatisation de la communication grâce à l'IA permet de libérer les équipes de la production répétitive et de se concentrer sur des tâches plus complexes. Les algorithmes de social listening analysent le comportement des consommateurs, permettant une personnalisation accrue des messages. Cette personnalisation se traduit par des expériences en ligne sur mesure qui répondent aux attentes spécifiques des utilisateurs, améliorant ainsi l'engagement et la fidélité à la marque ¹².

Analyse des Données et Prise de Décision

L'IA joue un rôle crucial dans l'analyse des données, permettant aux entreprises de mieux comprendre le comportement des consommateurs. Grâce à des algorithmes complexes et des techniques de traitement de données, l'IA permet de collecter, analyser et interpréter des vastes ensembles d'informations. Cela permet aux dirigeants d'accéder à des informations



précieuses qui peuvent orienter leurs décisions stratégiques. Les outils d'analyse prédictive, alimentés par l'IA, transforment radicalement la façon dont les entreprises perçoivent les tendances du marché et les comportements d'achat ¹².

Enjeux Éthiques

L'adoption de l'IA dans la communication digitale soulève des enjeux éthiques importants. Les préoccupations majeures incluent la protection des données personnelles, la désinformation et les biais algorithmiques. Les entreprises doivent agir avec transparence pour expliquer comment elles collectent, utilisent et protègent les informations des consommateurs. Il est essentiel d'intégrer des mécanismes de vérification et de révision pour contenir la propagation de fausses informations et garantir une information de qualité ¹².

Techniques d'Optimisation de l'Espace Latent

Les techniques d'optimisation de l'espace latent sont essentielles pour améliorer la communication entre les intelligences artificielles. Ces techniques permettent de réduire la complexité des données et de faciliter leur traitement et leur analyse.

Réduction de la Dimensionnalité

La réduction de la dimensionnalité est une technique clé pour optimiser l'espace latent. Elle permet de réduire le nombre de variables dans un ensemble de données tout en conservant autant d'informations que possible. Cela facilite l'analyse des données et améliore l'efficacité des algorithmes d'IA. La réduction de la dimensionnalité peut être réalisée à l'aide de méthodes telles que l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse factorielle ¹⁴.

Apprentissage Automatique et Réseaux Neuronaux

Les algorithmes d'apprentissage automatique et les réseaux neuronaux sont au cœur des techniques d'optimisation de l'espace latent. Ces technologies permettent de traiter de grandes quantités d'informations et d'extraire des motifs complexes qui échapperaient à des analyses plus traditionnelles. Les réseaux neuronaux profonds, par exemple, sont capables de simuler le fonctionnement du cerveau humain, facilitant ainsi la personnalisation des expériences utilisateur et l'optimisation des stratégies de marketing ¹².

Traitement du Langage Naturel (NLP)

Le traitement du langage naturel (NLP) est une autre technique essentielle pour optimiser l'espace latent. Les systèmes basés sur l'IA sont désormais équipés de capacités avancées pour comprendre et générer du langage humain. Cela permet aux chatbots et assistants virtuels d'interagir de manière plus naturelle et intuitive avec les utilisateurs. L'intégration du NLP dans les applications de communication digitale offre des possibilités exceptionnelles, comme la création de contenu automatisé ou la traduction en temps réel ¹².



Analyse des Sentiments

L'analyse des sentiments est une technique essentielle pour optimiser l'espace latent. Les algorithmes d'IA peuvent analyser les sentiments exprimés sur les réseaux sociaux et d'autres plateformes en ligne, offrant une vision directe des opinions des consommateurs. Cela aide les entreprises à ajuster en temps réel leurs stratégies de branding et de communication. De même, ces technologies facilitent une segmentation plus fine des clients, en permettant de mieux cibler les campagnes publicitaires en fonction des comportements d'achat et des préférences personnelles ¹².

Quantification Vectorielle et Modélisation

La quantification vectorielle est une méthode de compression des embeddings, qui consiste à réduire la précision des vecteurs pour diminuer leur taille en mémoire et leurs besoins en calcul. Cette technique est souvent utilisée dans la compression de données avec pertes de données, où l'idée de base est de coder ou de remplacer par une clé des valeurs d'un espace vectoriel multidimensionnel vers des valeurs d'un sous-espace discret de plus petite dimension. Cela permet de réduire la taille du modèle et d'accélérer l'inférence avec un impact minimal sur la précision. La quantification vectorielle est une technique de quantification souvent utilisée dans la compression de données avec pertes de données (Lossy Data Compression) pour laquelle l'idée de base est de coder ou de remplacer par une clé des valeurs d'un espace vectoriel multidimensionnel vers des valeurs d'un sous-espace discret de plus petite dimension. Le vecteur de plus petit espace nécessite moins d'espace de stockage et les données sont donc compressées ¹⁵.

La quantification vectorielle par apprentissage (QVA) est un algorithme de classification supervisée basé sur la distance entre un point de donnée et des prototypes. Cet algorithme, inventé par Teuvo Kohonen, permet de créer des prototypes et d'associer une classe à chaque prototype, ce qui pourrait être utile pour transformer les séquences génétiques en vecteurs latents de haute dimension. La QVA est une méthode de classification supervisée qui utilise des prototypes pour représenter les données et des distances pour mesurer la similarité entre les données et les prototypes. Cette méthode est particulièrement utile pour réduire la dimensionnalité des données et pour transformer les séquences génétiques en vecteurs latents de haute dimension ¹⁶.

La quantification vectorielle résiduelle (RVQ) est une méthode qui consiste à quantifier des vecteurs de dimension élevée en utilisant des quantificateurs vectoriels en cascade. Cette technique permet de réduire la complexité et la taille des vecteurs, ce qui est pertinent pour la transformation des séquences génétiques en vecteurs latents de haute dimension. La RVQ est une méthode de quantification vectorielle qui utilise des quantificateurs vectoriels en cascade pour réduire la complexité et la taille des vecteurs. Cette méthode est particulièrement utile pour transformer les séquences génétiques en vecteurs latents de haute dimension, car elle permet de réduire la complexité et la taille des vecteurs tout en maintenant une précision suffisante ¹⁷.



La transformation de Karhunen-Loeve (KLT) est une méthode qui permet de transformer l'espace latent en réduisant la dimensionnalité des vecteurs, ce qui est utile pour la quantification vectorielle. La KLT est une méthode de décomposition en valeurs propres qui permet de transformer l'espace latent en réduisant la dimensionnalité des vecteurs. Cette méthode est particulièrement utile pour la quantification vectorielle, car elle permet de réduire la dimensionnalité des vecteurs tout en maintenant une précision suffisante. La KLT est une méthode de transformation de l'espace latent qui permet de réduire la dimensionnalité des vecteurs et de faciliter la quantification vectorielle ¹⁷.

Réseaux de Neurones Liquides et Oscillateurs de Phase-Locking

Les réseaux de neurones liquides (LNN) représentent une avancée majeure dans le domaine de l'intelligence artificielle. Contrairement aux réseaux de neurones classiques qui utilisent des couches statiques avec des connexions fixes, les LNN intègrent des modèles dynamiques continus. Cela signifie que les neurones ne produisent pas des sorties strictement fixes, mais qu'ils réagissent et évoluent en temps réel en fonction des flux entrants de données. Les LNN utilisent des équations différentielles imbriquées pour changer les paramètres des équations dans le temps, ce qui les rend beaucoup plus flexibles et capables de mieux traiter des données contenant du bruit, comme le flux vidéo d'une voiture autonome lorsqu'il pleut. Cette flexibilité permet de mieux traiter des données contenant du bruit, ce qui est crucial pour les applications d'IA de bord. Les LNN sont comparés à des boîtes noires, où il est possible d'observer les entrées et sorties, mais pas ce qui se passe à l'intérieur. La possibilité de modifier ces équations permet aux chercheurs de mieux comprendre le fonctionnement du réseau, ce qui est normalement impossible. De plus, cette approche utilise un nombre plus limité de neurones que les réseaux classiques, ce qui réduit la puissance de calcul nécessaire ^{18 19 20}.

Les oscillateurs de phase-locking sont des systèmes capables de synchroniser leur phase avec un signal de référence, largement utilisés dans les systèmes de communication, les systèmes de contrôle et les systèmes de traitement du signal. Les oscillateurs de phase-locking peuvent être utilisés pour reproduire la dynamique liquide des neurones, permettant ainsi une adaptation continue et une génération de données efficaces. Les oscillateurs à verrouillage d'injection sont utilisés pour créer des réseaux de neurones liquides capables de s'adapter et de générer des données en temps réel, ce qui est crucial pour les applications d'IA de bord ²¹.

Intégration des Concepts et Applications

L'intégration des concepts de réseaux de neurones liquides avec des oscillateurs de phase-locking pour affiner l'environnement d'exécution du système repose sur plusieurs principes fondamentaux. Les réseaux de neurones liquides (LNN) représentent une avancée majeure dans le domaine de l'intelligence artificielle, offrant une flexibilité et une adaptabilité accrues par rapport aux réseaux de neurones traditionnels. Les LNN utilisent des équations différentielles imbriquées pour changer les paramètres des équations dans le temps, ce qui les



rend beaucoup plus flexibles et capables de mieux traiter des données contenant du bruit. Les oscillateurs de phase-locking, quant à eux, sont des systèmes capables de synchroniser leur phase avec un signal de référence, largement utilisés dans les systèmes de communication, les systèmes de contrôle et les systèmes de traitement du signal.

L'intégration des LNN avec des oscillateurs de phase-locking permet de créer des systèmes capables de s'adapter en temps réel et de traiter des données complexes, ce qui est crucial pour les applications d'IA de bord. Cette intégration représente une avancée majeure dans le domaine de l'intelligence artificielle, offrant une flexibilité et une adaptabilité accrues par rapport aux réseaux de neurones traditionnels. Les réseaux de neurones liquides devraient permettre des avancées dans tous les domaines où les conditions peuvent évoluer rapidement, comme la conduite autonome, le pilotage des robots, le traitement automatique du langage naturel, le diagnostic médical ou encore le traitement des vidéos. Les réseaux de neurones liquides ont excellé dans une batterie de tests, devançant les autres algorithmes de séries chronologiques de pointe pour prédire avec précision les valeurs futures dans des ensembles de données, allant de la chimie atmosphérique aux modèles de trafic. La principale différence de la méthode introduite par Hasani et ses collaborateurs est qu'elle se concentre sur l'adaptabilité des séries temporelles, ce qui signifie qu'au lieu d'être construits sur des données d'entraînement qui sont essentiellement constituées d'un certain nombre d'instantanés, ou de moments statiques fixés dans le temps, les réseaux liquides considèrent intrinsèquement les données de séries temporelles – ou des séquences d'images – plutôt que des tranches isolées. En raison de la façon dont le système est conçu, il est en fait plus ouvert à l'observation et à l'étude par les chercheurs, par rapport aux réseaux neuronaux traditionnels [19](#) [22](#).

Architectures de Réseaux de Neurones Équivariants de Groupe

Les architectures de réseaux de neurones équivariants de groupe sont conçues pour reconnaître les symétries et assurer la cohérence de l'information. Ces réseaux sont particulièrement utiles dans des domaines tels que la vision par ordinateur, où la reconnaissance de symétries géométriques est cruciale. Par exemple, un réseau de neurones équivariant par rotation et par translation a été testé sur une tâche de classification de chiffres manuscrits tournés, montrant une meilleure généralisation à de nouvelles données si ces dernières contiennent les symétries correspondantes. Cela est pertinent pour la reconnaissance de symétries et la cohérence de l'information, car ces réseaux peuvent mieux traiter les données contenant des symétries géométriques [23](#) [24](#).

Les réseaux de neurones convolutifs (CNN) sont largement utilisés dans la reconnaissance d'images par ordinateur, car ils sont capables de traiter des données complexes et de maintenir la cohérence de l'information. Les CNN sont inspirés du fonctionnement du cortex visuel du cerveau et sont utilisés dans diverses applications, y compris la vision par ordinateur et la reconnaissance de formes. Les CNN sont particulièrement utiles pour la reconnaissance de symétries, car ils peuvent traiter des données complexes et maintenir la cohérence de l'information [25](#) [26](#).



Les réseaux équivariants par changement d'échelle basés sur la corrélation-croisée sur le groupe des homothéties et les réseaux équivariants par l'action d'un groupe de Lie basés sur la méthode des repères mobiles ont été utilisés pour obtenir des résultats prometteurs. Ces méthodes permettent d'améliorer la généralisation à des échelles non vues lors de l'entraînement, ce qui est crucial pour la reconnaissance de symétries et la cohérence de l'information ²³.

Reconnaissance de Symétries et Cohérence de l'Information

La reconnaissance de symétries est un domaine où les réseaux de neurones montrent des capacités impressionnantes. Par exemple, un simple insecte comme l'abeille est capable de généralisations étonnantes en apprenant une classification suivant des critères abstraits tels que la symétrie. Cependant, les réseaux de neurones actuels ont des difficultés à détecter et à reconnaître des symétries à partir de quelques exemples seulement. Cela montre les défis rencontrés dans le domaine de la reconnaissance des formes en vision, où la détection et la reconnaissance des visages montrent bien les difficultés rencontrées ²⁵.

La cohérence de l'information est un aspect crucial pour les réseaux de neurones, surtout dans des applications critiques en termes de sécurité. Les réseaux de neurones doivent être capables de traiter des données complexes et de maintenir la cohérence de l'information pour garantir leur fiabilité et leur robustesse. Cela inclut la capacité de traiter des données incomplètes ou bruitées, ce qui est pertinent pour la reconnaissance de symétries et la cohérence de l'information ²⁵.

Applications Pratiques des Réseaux de Neurones

Les réseaux de neurones ont des applications pratiques dans divers domaines, y compris la reconnaissance visuelle, la classification de formes et de caractères, et l'analyse de données complexes. Par exemple, les réseaux de neurones utilisent plusieurs couches de perceptrons pour analyser les données pixel par pixel, ce qui est crucial pour la reconnaissance de symétries et la cohérence de l'information. Les réseaux de neurones sont également utilisés pour développer des outils de traitement d'images et d'interprétation de données, ce qui est pertinent pour la reconnaissance de symétries et la cohérence de l'information ^{25 26}.

Conclusion

La théorie intégrée de l'encodage biologique de l'ADN, de la géométrie fractale, de la minimisation de l'entropie cognitive et des mécanismes de synchronisation de phase pour une communication optimisée entre intelligences artificielles repose sur plusieurs principes fondamentaux. La physique noétique unifie la mécanique quantique, la théorie de l'information et la conscience pour modéliser l'auto-organisation du vivant via des attracteurs fractals et des champs noétiques. La théorie S.A.C.F. propose une vision post-matérialiste où la conscience fractale est la réalité première, et l'ADN une manifestation locale. L'entropie de Shannon et la quantification vectorielle sont des outils clés pour minimiser l'entropie cognitive et optimiser la communication entre IA, en réduisant la complexité des données. Les



oscillateurs biologiques, modélisés par des équations différentielles non linéaires, montrent des dynamiques de synchronisation de phase résistantes aux perturbations, cruciales pour la coordination cellulaire. Les réseaux de neurones liquides (LNN) et les oscillateurs de phase-locking permettent une adaptation dynamique et une génération de données en temps réel, essentielle pour les applications d'IA de bord et la communication entre IA. Enfin, les architectures de réseaux de neurones équivariants de groupe sont essentielles pour reconnaître les symétries et assurer la cohérence de l'information, ce qui est crucial pour la reconnaissance de symétries géométriques et la cohérence de l'information dans des applications critiques en termes de sécurité.

- [1] Principes Fondamentaux de Physique Noétique (I) | Histoire des Sciences
- [2] Théorie des Superpositions ADNiques et de la Conscience Fractale (S.A.C.F.) | by Pineapple Jade | Medium
- [3] L'entropie et la théorie de l'information // Sacha Schutz // bioinformatique génétique médecine
- [4] De l'ADN moléculaire à l'ADN vibratoire
- [5] Fractales numériques / Esthétique du transitoire - Arts / Numérisation / Fractals
- [6] L'Entropie créatrice - Thermodynamique fractale et quantique de l'Univers, de la Vie et des Sociétés
- [7] L'entropie créatrice : thermodynamique fractale et quantique de l'univers, de la vie et des sociétés - Ivan Brissaud, Jean Chaline, Diogo Queiros-Condé - Éditions Ellipses - Grand format - La Ruelle Digne les bains
- [8] Livre : L'entropie créatrice : thermodynamique fractale et quantique de l'Univers, de la vie et des sociétés écrit par Diogo Queiros-Condé et Jean Chaline et Ivan Brissaud - Ellipses
- [9] Synchronisation d'oscillateurs biologiques : modélisation, analyse et couplage du cycle cellulaire et de l'horloge circadienne | Theses.fr
- [10] Comment nos horloges biologiques sont synchronisées
- [11] Modèle de Kuramoto
- [12] Comment l'IA révolutionne la communication digitale en 2025
- [13] Communication digitale 2025 : IA, slow content, formats immersifs et data privacy – Les tendances à adopter dès maintenant ! — Idylie
- [14] Stratégies d'optimisation des hyper-paramètres de réseaux ...
- [15] Réduire l'empreinte des vecteurs : la quantification vectorielle partie 2
- [16] Quantification vectorielle par apprentissage — DataFranca
- [17] <https://hal.science/hal-04286552/document>
- [18] La révolution des réseaux de neurones liquides dans le monde ...
- [19] IA : vers des réseaux de neurones liquides ? - rtflash.fr | tregouet.org
- [20] Intelligence artificielle : le MIT travaille sur un réseau neuronal liquide
- [21] Injection-Locked Oscillators based Liquid Neural Networks for Generative Edge Intelligence - INSTN
- [22] Les chercheurs du MIT développent un nouveau réseau de neurones "liquides" qui s'adapte mieux aux nouvelles informations - Paris Singularity : deeptech, startups et prospective



- [23] Equivariant Deep Learning Based on Scale-Spaces and Moving Frames | Theses.fr
- [24] Réseaux convolutifs équivariants pour la segmentation sémantique (2021-02-04)
- [25] Réseaux de neurones artificiels: la reconnaissance de visages
- [26] Réseau de neurones : Comprendre et Maîtriser l'IA

