

Fiche de Présentation du Projet de Fin d'Études

Informations Générales

Nom de l'étudiant : NJIMI NJEUMEN Levis Jores

Filière : Licence Informatique – Option Systèmes et Réseaux

Établissement : Institut Africain d'Informatique

Période de soutenance : Octobre 2025

Encadrant académique : Monsieur ASSOUMOU EKO'O Daniel

Titre du Projet

OPTIMISATION DU ROUTAGE DANS UN RESEAU A L'AIDE D'ALGORITHMES D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Contexte et justification

Dans un réseau informatique, les protocoles de routage tels que RIP et OSPF déterminent les chemins que les paquets doivent emprunter. Cependant, ces protocoles se basent souvent sur des règles statiques ou peu adaptatives. Cela peut poser problème dans les environnements dynamiques où la bande passante, la congestion ou les défaillances varient en temps réel. L'intelligence artificielle, notamment à travers l'apprentissage par renforcement (Q-Learning (RL)), peut être exploitée pour prendre des décisions de routage plus intelligentes et adaptatives, en fonction de l'état actuel du réseau c'est-à-dire la bande passante, le taux de perte d'un lien, la congestion, le débit, la latence.... Ce projet vise donc à explorer cette voie innovante.

Problématique

Comment peut-on intégrer un algorithme d'intelligence artificielle dans un environnement réseau afin d'optimiser dynamiquement le routage des paquets, tout en tenant compte en temps réel de l'état du réseau ?

Hypothèse

L'intégration d'un agent intelligent dans le processus de routage permettrait d'améliorer les performances réseau (réduction de la latence, meilleure gestion de la congestion, équilibrage de l'utilisation des liens) par rapport aux protocoles classiques.

Objectifs du projet

- Étudier les limites des protocoles de routage classiques.
- Concevoir un réseau simulé dans gns3.
- Développer un agent IA capable d'optimiser dynamiquement les chemins de routage.
- Comparer les résultats du routage classique et du routage intelligent.

- • Présenter les résultats sous forme de visualisation ou démonstration.

Résultats attendus

- • Un simulateur de réseau avec des métriques configurables.
- • Un algorithme d'IA fonctionnel capable d'optimiser le routage.
- • Une comparaison chiffrée entre les performances classiques et celles de l'IA.
- • Une démonstration visuelle ou interactive du fonctionnement de l'agent.

Technologies utilisées

- • Langage : Python
- • Bibliothèques : NetworkX, scikit-learn, NumPy
- • Simulateurs : GNS3
- • Analyse réseau : Wireshark
- • Visualisation : Matplotlib, Streamlit

Fonctionnement du projet

Dans un premier temps l'agent IA explore le réseau en testant les routes pour ensuite mettre à jour sa table pour pouvoir ainsi maximiser la récompense. Lorsqu'une machine envoie les paquets sur le réseau, l'agent récupère les métriques (bande passante, latence, congestion...) actuelles (des liens de la source jusqu'à la destination) sur le réseau et en fonction choisi le prochain saut du paquet. Cette opération est répétée sur chaque routeur jusqu'à la destination

Comparaison avec les autres solutions existante

D'après nos recherches, nous avons recensé plusieurs solutions essayant de résoudre le problème de route avec l'IA. Nous ferons une étude comparative entre les solutions trouvées et celle que nous proposons.

1. Google B4 (SDN + RL)

- **Fonctionnement** : Utilise un contrôleur SDN centralisé couplé à du *Reinforcement Learning* pour équilibrer le trafic entre data centers.
- **Limites** :
 - Nécessite une infrastructure SDN coûteuse (OpenFlow, switches compatibles).
 - Conçu pour les hyperscalers (Google), pas adapté aux petits réseaux.

2. Microsoft SWAN

- **Fonctionnement** : Optimisation centralisée des routes WAN avec algorithmes prédictifs.
- **Limites** :

- Dépend de données historiques pour les prédictions (inefficace en cas d'anomalies imprévues).
- Complexité de déploiement.
- Ne prend pas en charge l'état actuel du réseau pour prendre les décisions

3. Cisco AI Network Analytics

- **Fonctionnement** : Outil propriétaire utilisant le ML pour analyser les flux.
- **Limites** :
 - Coût élevé (licences Cisco).
 - Pas de prise de décision autonome (seulement de l'analyse).

D'après les solutions citées plus haut, il en ressort que les solutions existantes sont soit propriétaire (par exemple la propriété SDN), soit nécessite de grand volume pour l'entraînement du modèle, soit ne sont pas adapté pour les petits réseaux. Par contre notre solution est innovante et légère dans ce sens ou il permet l'intégration avec les réseaux d'entreprise réelle et utilise un algorithme IA légère pouvant être exécuté sur les équipements tel que les routeurs Cisco. De plus notre solution se base sur plusieurs métriques et en temps réelle pour prendre les décisions de routage