

Digitalisation de la centrale Thermique de Fada N'gourmand

Korota Arsène COULIBALY¹

Abstract—Nous assistons aujourd'hui à une transition d'un monde physique vers un monde digital, connecté. Et une technologie qui facilite cette transition est l'Internet des objets ou Internet of Things(IoT) en anglais. L'IoT est un réseau d'objets physiques intégrant des composants électroniques, des circuits, des logiciels, des capteurs et d'une connexion réseau qui permettront à ces objets de collecter et d'échanger des données. Une des grandes applications de l'IoT de nos jours est l'Internet Industriel des Objets(IIoT) encore connu sous le nom de l'industrie 4.0. L'IIoT est une combinaison de différentes technologies telles que l'IoT, le big data, les systèmes cyber-physiques, l'apprentissage automatique et la simulation. La combinaison de ces technologies permet donc de mettre en place des stratégies, des prévisions, de la maintenance prédictive etc Cet article présente un projet de digitalisation des centrales électriques burkinabées. L'objectif est de mettre en place un framework qui va gérer les données générées par les différentes machines de la centrale grâce aux différents capteurs installés sur ces capteurs. Le framework comporte 4 couches: Une couche physique pour la collecte des données, une couche de communication pour la transmission des données, une couche middleware qui interagit avec les producteurs de données et les consommateurs de données, la base de données distribuées pour le stockage des données avant leur envoi sur le serveur cloud et une couche applicative qui permet d'offrir aux utilisateurs du système une architecture orienté services aux utilisateurs finaux.

I. INTRODUCTION

Jusqu'ici le monde a connu quatre révolutions industrielles :

- La première révolution industrielle marque l'apparition de la mécanisation. Elle a permis l'atteinte de l'efficacité par l'utilisation de l'énergie hydraulique, l'énergie à vapeur et au développement de machines outils.
- La deuxième révolution industrielle a permis l'apport de l'électricité et la production de masse dans les chaînes de montages.
- la troisième révolution industrielle marque surtout l'automatisation à l'aide de l'électronique et de la technologie de l'information.
- La quatrième révolution industrielle est marquée par l'utilisation de l'internet des objets, de l'intelligence artificielle, de la nanotechnologie, la biotechnologie dans la production et les usines de fabrications.

L'IoT possède aujourd'hui plusieurs domaines d'applications. Parmi ces domaines d'applications on peut retenir l'IIoT, le smart manufacturing, l'agriculture intelligente, la ville intelligente, les smart-grid, les transports



Fig. 1: Les données vont transiter à travers les passerelles vers le cloud et vice-versa. Elles assurent la connectivité entre les objets connectés et la partie cloud de la solution IoT. Elles assurent également le filtrage et le prétraitement des données avant leur transfert sur le cloud. L'objectif étant de réduire le volume de données à traiter et à stocker. Les passerelles transmettent également les commandes de contrôle venant du cloud vers les objets connectés.

intelligents, etc. Quel que soit le domaine d'application, le choix de l'architecture du système IoT est primordial. Dans [1] Munirathinam, Sathyan présentent les exigences et les éléments constitutifs d'une architecture d'un système IoT. Parmi les éléments constitutifs on peut retenir:

- Le niveau edge: Équipé de capteurs et d'actionneurs. Les capteurs collectent les données qui seront transférées sur le réseau. Ces derniers ne sont pas forcément rattachés à l'objet. Ils peuvent rendre compte de tout ce qui se passe dans l'environnement le plus proche de l'objet. Les actionneurs offrent aux objets la possibilité d'agir(Variation la vitesse de rotation d'un moteur).
- Le niveau plateforme ou passerelle: agit comme un intermédiaire qui facilite la communication, gère les commandes de contrôle provenant du cloud. Elle prétraite aussi localement les données avant de les envoyer au niveau du cloud. Le principe est présenté dans la fig[1].
- La base de donnée distribuée: permet de le stockage des données avant leur envoi sur le serveur cloud.
- Le niveau cloud : C'est la partie traitement et analyse des données. C'est cette partie qui crée la valeur ajoutée de l'entreprise. A travers les données on peut mettre en place des modèles d'apprentissage automatique ou profond afin de prédire l'état des machines par exemple, voir fig[2].

II. ETAT DE L'ART DES SYSTÈMES BASÉS L'IOT

Dans [2] Islam, Zubayer and Abdel-Aty, Mohamed propose une architecture permettant la détection des accidents de route rien qu'en utilisant les audios des crashes d'accidents et du bruit de dérapage des pneus collectés par des capteurs lors d'un accident. Les paramètres suivants sont extraits des audios afin de mettre en place un modèle de Deep Learning capable de détecter un accident:

¹ Korota Arsène COULIBALY est un ingénieur en systèmes embarqués, Intelligence Artificielle et Informatique industrielle. Diplômé de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès. Email: korotaarsne.coulibaly@usmba.ac.ma

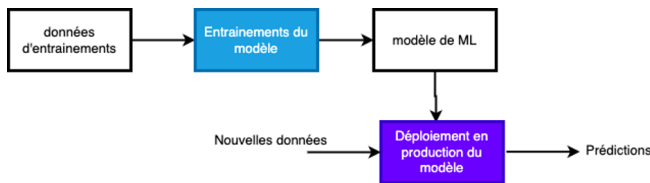


Fig. 2: Les données collectées sont utilisées pour mettre en place un modèle de ML ou de DL qui sera ensuite déployer afin d'aider l'entreprise à gérer certains événements urgent ou la prise de décision

- La densité Spectrale de puissance(PSD)
- la transformée de fourier à temps court
- les coefficients cepstraux de fréquences mel(MFCC).

Dans fig[3] est présenté l'architecture du modèle. C'est un réseau de neurones convolutifs composé de six couches de convolution pour l'extraction de features séparé par des couches de max-pooling permettant de réduire la taille des cartes de caractéristiques.

Dans fig[4] on retrouve toutes les étapes d'entraînement et de test du modèle du modèle. Dans [3] Saqlain, Muhammad and Piao, Minghao and Shim, Youngbok and Lee, Jong Yun ont proposé un framework de gestion des données industrielles basée sur l'IoT pour la fabrication intelligente.Ce Framework gère les énormes données industrielles, effectue une surveillance en ligne des équipements de l'usine. Il permet donc de collecter et d'analyser correctement les données industrielles brutes et les événements urgents en appliquant des protocoles de communication de pointe. Il repose totalement sur l'IoT et comprend 5 couches: La couche physique, la couche réseau , la couche intergiciel ou middleware , Le serveur de base de données distribué et la couche applicative(offrir une architecture orienté service aux utilisateurs finaux). Les données collectées sont analysées soit par des analyste ou des modèles de ML et de DL afin d'améliorer la productivité et le rendement de l'entreprise.

La couche physique est responsable de la collecte des données grâce aux capteurs installés dans l'usine de production.Les données acquises sont transmises à la couche supérieure par l'adaptateur OCP-UA(Open Plateforme Communication- Unified Architecture).Afin de réduire le coût de stockage et de transmission, l'acquisition des données temps réel, on réalise une agrégation locale des données industrielles brutes.

La couche communication a pour rôle de fournir une interface homme machine, relier toutes les couches du framework et offrir des liens de transmission entre producteurs et consommateurs de données. Plusieurs technologies sont utilisées à ce niveau : WIFI, bluetooth, 4G Lte, RFID, ZigBee, MQTT, OPC-UCA, API etc.

La couche intergiciel acquiert les données à partir des composants physiques du système IIoT et gère efficacement toutes les ressources de données. Elle interagit directement avec le producteur de données au niveau physique et le consommateur de données au niveau de la couche

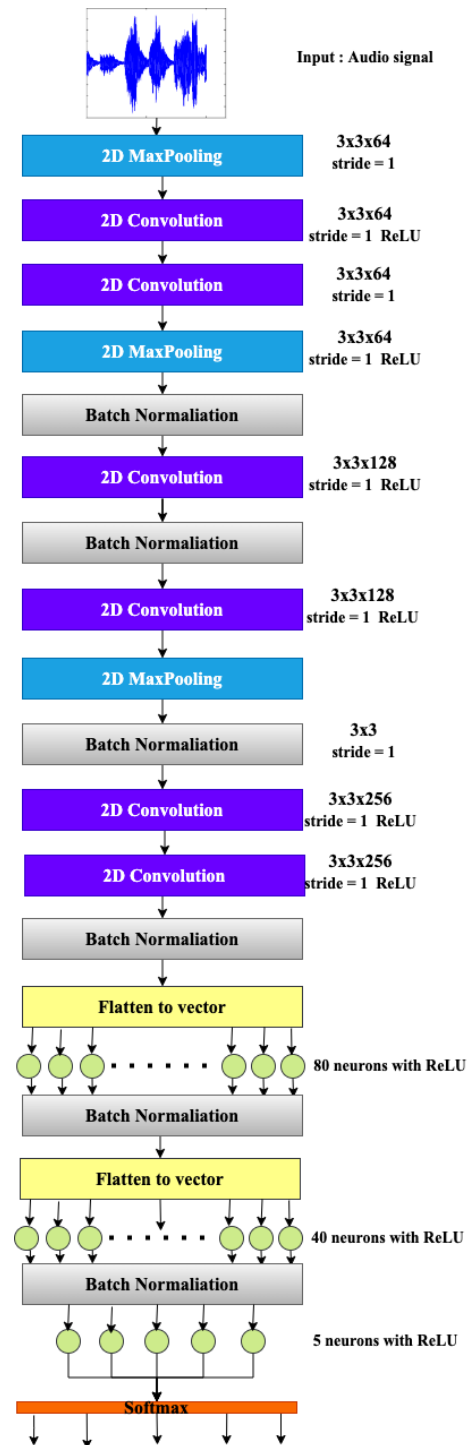


Fig. 3: Ce réseau de neurones convolutifs sera entraîné à reconnaître un accident.

d'application ou de la couche de stockage de données distribuées. Elle gère aussi les requêtes et les réponses entre ces couches. Il comporte divers composants que sont: le composant gestion de ressource, le composant de gestion des événements, le composant de gestion des données et le composant de gestion de la reprise.

La couche de base de données permet le stockage des

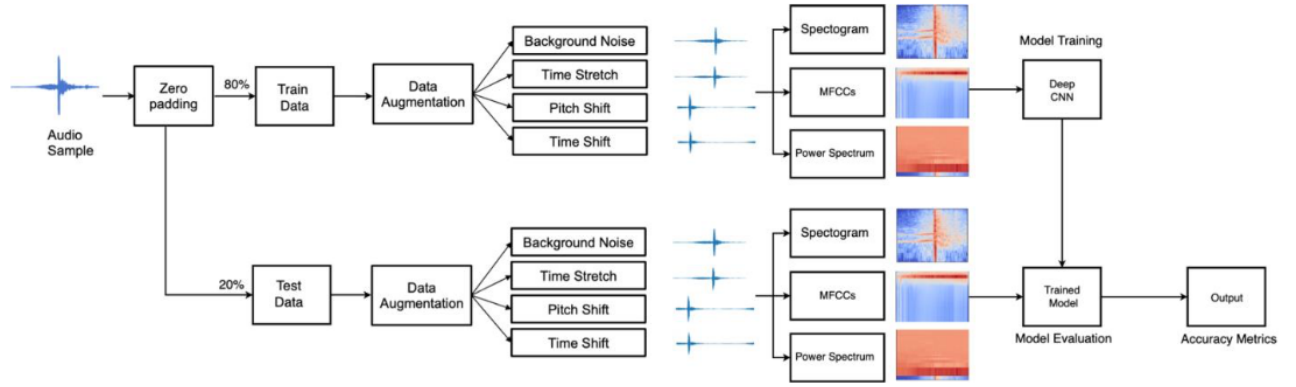


Fig. 4: Les données d'entraînements sont constituées à partir des audios collectés par les capteurs. Les données sont subdivisées en données d'entraînement et en données de test. Sur ces audios sont appliquées certaines transformations comme le décalage au niveau timbre, le décalage temporel, l'ajout de bruit etc. l'objectif c'est d'augmenter les données. Les images correspondantes au spectre, MFCCs, et PSD sont extraites des audios destinés à l'entraînement sont fournis au modèle CNN pour l'entraînement. Après entraînement, le modèle est évalué en utilisant les données de test.

données avant leur transmission sur le serveur cloud. La couche applicative gère les services d'applications et les questions de gestion. Elle assure la sécurité et un accès facile aux différents services de stockage de données. Le concept de sécurité proposé comprend trois niveaux :

- Sécurité au niveau de l'utilisateur
- La sécurité au niveau de l'application
- La sécurité au niveau du transport

Cette couche fournit également une plateforme permettant d'extraire des modèles utiles des données industrielles et de les convertir en connaissances utilisées pour l'amélioration future, la prise de décision rapide et efficace, le bon fonctionnement et les nouvelles opportunités commerciales. Les informations produites par les données industrielles sont utilisées pour fournir un ensemble de services aux utilisateurs finaux tels que la gestion du cycle de vie des produits, la planification des ressources de l'entreprise, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, le système de gestion de la qualité, le système de gestion des entrepôts, les techniques de ML, et de DL.

Dans

III. SOURCE CODE

REFERENCES

- [1] S. Munirathnam, "Industry 4.0: Industrial internet of things (iiot)," in *Advances in computers*, vol. 117, pp. 129–164, Elsevier, 2020.
- [2] Z. Islam and M. Abdel-Aty, "Deep convolutional neural network for roadway incident surveillance using audio data," *arXiv preprint arXiv:2203.06059*, 2022.
- [3] M. Saqlain, M. Piao, Y. Shim, and J. Y. Lee, "Framework of an iot-based industrial data management for smart manufacturing," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 8, no. 2, p. 25, 2019.