

Conception d'une base de données et d'une architecture logicielle pour l'exploitation des Event Logs des accélérateurs Halcyon (Varian)

Mots-clés : radiothérapie, Halcyon, Event Logs, base de données, Python, data engineering, visualisation

Candidat : étudiant(e) en Master 2 d'informatique, data engineering, ou développement logiciel

Encadrement académique : Dimitri Reynard, Christophe Mazzara, IDH Grenoble

Contact : christophe.mazzara@avec.fr, dimitri.reynard@avec.fr

Contexte et description générale:

Les accélérateurs Varian Halcyon sont des machines de radiothérapie de dernière génération intégrant un système complet de contrôle et d'auto-supervision.

Chaque session de traitement ou de vérification produit des Event Logs, c'est-à-dire des journaux internes répertoriant tous les événements techniques : déclenchements, interlocks, erreurs, corrections automatiques, ou interruptions de faisceau.

Malgré leur richesse, ces données restent inaccessibles aux utilisateurs cliniques, car verrouillées par le constructeur.

Le Data Act européen (UE 2023/2854) rendra prochainement obligatoire la mise à disposition de ces logs pour les exploitants.

En anticipation, l'Institut Daniel Hollard dispose déjà d'échantillons d'Event Logs Halcyon et d'une documentation partielle des interlocks, permettant de cartographier les fautes aux composants machine.

L'objectif du projet est de concevoir une architecture logicielle et une base de données relationnelle capable de stocker, organiser et visualiser ces informations afin de faciliter l'analyse des événements et leur lien avec les patients ou les plans de traitement.

Objectifs du stage :

Le stage a pour but de créer un socle technique réutilisable pour l'analyse des Event Logs Halcyon.

Le travail s'articulera autour de trois axes principaux :

1. Modélisation des données :
 - Analyse de la structure des fichiers Event Logs et définition d'un modèle objet Python hiérarchique (héritage de classes : Event, SubsystemEvent, InterlockEvent, etc.).
 - Conception du schéma de base de données relationnelle (PostgreSQL ou SQLite) assurant la traçabilité entre événements, patients et machines.
2. Développement logiciel :
 - Implémentation des classes Python et de la couche ORM (SQLAlchemy).
 - Création d'un pipeline d'import automatique des fichiers Event Logs.
 - Ajout d'un module de recherche et de filtrage multicritère (type, date, patient, composant).
3. Visualisation et analyse :
 - Génération de tableaux de bord (Dash, Plotly, Streamlit) pour suivre les tendances, les fréquences de pannes, et les corrélations entre événements.
 - Intégration future possible avec les données de traitement (TrajectoryLogs, MPC, TOP).

Les jeux de données, les spécifications des interlocks et les outils Python existants seront fournis.

Compétences développées au cours du stage :

- Conception et modélisation de bases de données relationnelles.
- Programmation orientée objet en Python et utilisation d'ORM.
- Data visualization interactive.
- Analyse et structuration de fichiers techniques (Event Logs, XML, JSON).
- Découverte du domaine de la radiothérapie et de la maintenance prédictive.

Perspectives :

Le travail servira de fondation à une future base de données "Event Intelligence Halcyon", interfaçable avec les contrôles qualité et les mesures de performance (MPC, TOP, Kalman).

Il s'inscrit dans la perspective d'un accès élargi aux données industrielles prévu par le Data Act européen, et contribuera à renforcer l'autonomie analytique des centres de radiothérapie face aux constructeurs.