

Jeu de maintenance prédictive

- Devoir individuel.
- Téléversez vos décisions jusqu'à 8:30AM (EST) le 22 novembre 2024.
- Vous devez fournir votre code R (téléversez le sur ZoneCours).
- Cette ronde de concours vaut 5% de votre note finale.

Contexte:

Votre compagnie opère dans des régions très éloignées où elle utilise des pompes centrifuges afin d'extraire un liquide précieux. L'entretien des pompes est effectué par un contracteur. Toutes les 200 000 pompes de vos installations sont entretenues annuellement, mais vous pouvez également demander une réparation additionnelle après 6 mois à un coût additionnel. Votre rôle sera de décider quelles pompes (si même il y en a) devrait obtenir l'entretien après 6 mois. Les pompes seront toutes entretenues à la fin des 12 mois, qu'elles aient été entretenues ou non après 6 mois.

Lors de l'entretien des pompes, le contracteur peut changer les roulements à bille (bearings), les joints d'étanchéité (seals), ou remplacer la pompe au complet. À cause de leur éloignement, l'entretien de base coûte \$ 500 par pompe plus le coût de réparation. Votre contrat vous permet de demander jusqu'à 20 000 entretiens 6 mois à ce prix modique. Il est possible d'excéder ce nombre d'entretiens, mais le coût de base se trouve alors à être au tarif « urgence » de \$ 5 000, plus le coût de la réparation. Qu'elles soient urgentes ou non, les réparations sont faites sur la base de cette liste de prix:

- \$ 4 000: Pompe complète remplacée
- \$ 200: Roulements à billes emplantés
- \$ 100: Joints d'étanchéité remplacés
- \$ 250: Roulements à billes et joints d'étanchéité remplacés (moins cher lorsque faits simultanément)

Même si aucune pièce n'est remplacée, le contracteur effectue une inspection et un ajustement de la pompe, inclus dans le tarif de base.

Des capteurs installés sur la pompe mesurent son utilisation d'énergie, le volume de liquide extrait, ainsi que des mesures de vibration sur la pompe. À cause de leur localisation éloignée, les données sont seulement enregistrées localement puisqu'aucun réseau ne peut facilement les retransmettre. Le liquide extrait est récupéré une fois par mois, et les données collectées sont copiées par la même occasion, et elles sont ramenées par le transporteur.

La compagnie vous fournit un résumé des données de capteurs pour les 5 premiers mois de l'année afin de décider quelles pompes devraient obtenir un entretien à 6 mois. L'an dernier, une étude a aussi été effectuée avec 500 pompes qui ont été séparées aléatoirement en deux groupes. Le premier groupe a reçu un entretien à 6 mois, puis l'entretien régulier à 12 mois, mais le deuxième groupe a seulement reçu l'entretien régulier de 12 mois. Les données de cette étude vous sont disponibles.

Au-delà du coût de réparation, les pompes consomment de l'énergie électrique que vous payez \$ 0,10 per kWh. Le liquide extrait vaut \$ 0,03 par mètre cube. Votre objectif consiste à accumuler le plus grand profit possible pendant une période de 12 mois (valeur du liquide, moins coûts d'énergie et d'entretien). Une plateforme vous permettra de soumettre votre décision, puis elle vous indiquera le montant de profit que vous obtenez en comparaison de la stratégie sans maintenance à 6 mois.

Données de capteurs

Un fichier zip contenant les données est disponible sur ZoneCours. Les données se trouvent dans plusieurs fichiers:

- *repairs.csv*: La liste des réparations effectuées sur les 500 pompes de l'étude l'an dernier.
- *Sensors-study.csv*: Données de capteurs pour les 500 pompes de l'étude l'an dernier.
- *Sensors-score.csv*: Données de capteurs pour les 5 premiers mois de l'année pour vous aider à choisir les pompes auxquelles fournir un entretien additionnel.

Comment jouer :

Vous devez préparer un fichier CSV comportant une seule colonne avec la liste des IDs des pompes pour lesquelles vous voulez un entretien à 6 mois. Téléversez votre décision sur la plateforme <https://edge.hec.ca/play> (consultez ZoneCours pour les instructions sur la façon de créer votre compte et de rejoindre une partie). Lorsque vous téléverserez une décision, vous obtiendrez une rétroaction immédiate sur le profit net. La plateforme permet plusieurs téléversements par personne, jusqu'à 99, ce qui signifie que vous pouvez essayer plusieurs solutions différentes.

Sur la plateforme du jeu, en plus de vos résultats, vous verrez ceux obtenus par tout le groupe. Pendant le jeu, vous verrez le « interim leaderboard. » Avant la date limite, vous devez choisir votre solution finale parmi celles que vous avez téléversées. À la fin de la partie, le « real-life leaderboard » sera dévoilé et servira à déterminer les rangs finaux. Le « real-life leaderboard » joue le rôle d'un échantillon test. Il est conservé jusqu'à la fin pour évaluer la performance de tous.

Méthode :

Votre objectif est exprimé en résultats d'affaires : le profit net. Le processus de prévision comporte des étapes de nettoyage, de combinaison et d'analyse des données. L'approche ou les méthodes utilisées ne sont pas imposées : vous pouvez utiliser ce que vous voulez. Il n'existe pas de bonne réponse unique. Plusieurs stratégies d'analyse peuvent répondre au problème d'affaires de façon raisonnable. Chaque étudiant devrait développer sa propre approche.

Évaluation :

La ligne « baseline » de la plate-forme correspond au profit obtenu en ne faisant aucune maintenance à 6 mois. Pour obtenir la note de passage, vous devez battre le « baseline ».

L'évaluation sera basée sur les résultats à la fin du jeu. Chaque étudiant doit choisir l'un de leurs téléversements en tant que réponse finale, et cette réponse prévaudra. Vous obtiendrez :

- 0% - si vous êtes sous le « baseline » du « interim leaderboard », mais 50% si votre profit est supérieur.
- 100% - Top 10% des étudiants du « real-life leaderboard. »
- Le reste des notes sera une interpolation linéaire suivant l'équation suivante avec des valeurs provenant du « real-life leaderboard » :

$$50\{1 + (x - B)/(T - B)\}$$

où x est votre profit, B le baseline, et T le profit du dernier étudiant avec 100% selon les critères ci-haut.

Vous devez téléverser votre code R sur ZoneCours. Il ne sera pas revu de façon systématique, seulement au besoin. Votre note pourrait être réduite si des irrégularités sont découvertes dans le code R, ou s'il appert que vous ne l'avez pas utilisé.

Dictionnaire des données :

Le nom des variables pour le fichier « repair » décrivent bien ce que sont les données.

Pour les capteurs, les données sont mensuelles pour chaque pompe, Vous y trouverez :

- Volume du liquide extrait en mètres cubes
- Énergie totale utilisée par la pompe en kWh
- PSDxxxx: « Power Spectral Density » (en g^2/Hz) à la fréquence xxxx Hz

Quand les capteurs sont positionnés sur une machine, le signal est enregistré puis analysé en termes d'énergie à différentes fréquences. Une transformée de Fourier permet d'analyser le domaine des fréquences. Plutôt que de fournir des données brutes nécessitant beaucoup de préparation, nous fournissons des statistiques décrivant le niveau moyen à 11 fréquences prédéterminées. S'il s'agissait d'une situation réelle, vous devriez lire quelques articles d'ingénierie, parler à des experts, et tenter de comprendre quel type d'information est habituellement utile. Les PSD pourraient également être calculés sur différents capteurs mesurant l'énergie dans différentes directions de déplacement, mais nous simplifions le problème en donnant seulement une valeur pour chacune des quelques fréquences considérées.

Amusez-vous bien!