

**Examen-Session Principale
IGLA-ICE4**

Module : Architectures et Algorithmique Parallèles

Documents : Non Autorisés

Date : 08 avril 2025

Durée : 1H30

Soyez clairs, brefs et précis. Lisez bien l'énoncé. Justifiez vos réponses.

Une entreprise travaillant en traitement d'images a développé un programme **P** pour analyser des milliers d'images (soit **n** leur nombre) provenant de satellites afin de détecter des anomalies dans les champs agricoles. Le programme suit pour chaque image plusieurs étapes successives, mais certaines peuvent être parallélisées. Le traitement des différentes images est complètement indépendant les unes des autres.

Voici la description des tâches à effectuer pour chaque image **i** (**i** entre 1 et **n**):

- **E0(i)** : Chargement de l'image : L'étape initiale consiste à charger l'image depuis un serveur distant. Cette étape prend **5** unités de temps (u.t).
- **E1(i)** : Prétraitement de l'image : L'image doit être prétraitée pour être adaptée à l'analyse. Le prétraitement inclut la réduction du bruit (**E1.1(i)** de durée **1** u.t), puis le redimensionnement (**E1.2(i)** de durée **1** u.t) et enfin la conversion en niveaux de gris (**E1.3(i)** de durée **3** u.t). Ces tâches sont consécutives.
- **E2(i)** : Extraction des caractéristiques : Une fois le prétraitement terminé, les caractéristiques importantes de l'image doivent être extraites. Cela inclut des informations telles que les contours (sous-tâche **E2.1(i)** qui prend **2** u.t), la texture (sous-tâche **E2.2(i)** qui prend **1** u.t) et d'autres paramètres visuels (sous-tâche **E2.3(i)** qui prend **2** u.t). Ces sous-tâches sont indépendantes entre elles.
- **E3(i)** : Détection des anomalies : À ce stade, un algorithme d'analyse basé sur des méthodes de machine learning est utilisé pour détecter les anomalies dans l'image. Cette tâche nécessite l'ensemble des caractéristiques extraites de l'image. Cette étape prend **5** u.t.
- **E4(i)** : Génération de rapport : Enfin, après que les anomalies ont été détectées, un rapport détaillant les anomalies détectées dans l'image doit être généré. Cette étape prend **5** u.t.
- **E5(i)** : Visualisation des résultats : L'étape finale consiste à afficher graphiquement les résultats sous forme de cartes ou de graphiques. Elle dépend de la génération des rapports, car elle nécessite d'afficher les anomalies détectées dans l'image. Cette étape prend **5** u.t.

On se propose de paralléliser le programme P de différentes manières afin d'accélérer son temps d'exécution.

0. Calculez **T1**, le temps d'exécution séquentielle du programme P. (1pt)

A) On s'occupe maintenant d'une seule image **i** (**i** compris entre 1 et **n**) et on désire proposer un parallélisme de tâches.

(i) On désire proposer une parallélisation de ce programme dans un environnement homogène. (8 pts)

1. Représentez le graphe de précedence entre les 10 tâches **E0(i)**, **E1.1(i)**, **E1.2(i)**, **E1.3(i)**, ..., **E5(i)**.
2. Déterminez le (ou les) chemin(s) critique(s) et les tâches critiques. Déduisez le temps optimal **Topt(i)** et l'accélération optimale **Sopt(i)**.

3. Déterminez les temps au plus tôt de toutes les tâches et représentez un ordonnancement au plus tôt par un diagramme de GANTT. Calculez l'efficacité.
 4. Déterminez les temps au plus tard de toutes les tâches et représentez un ordonnancement au plus tard par un diagramme de GANTT. Calculez l'efficacité.
 5. Encadrez $P_{opt}(i)$ et proposez un ordonnancement optimal dont le temps est $T_{opt}(i)$ et le nombre de processeurs est $P_{opt}(i)$. Calculez l'efficacité $E_{opt}(i)$.
 6. Généralisez au traitement de toutes les images successivement. Donnez T_{opt} , P_{opt} et E_{opt} relatifs au programme P (on notera E_k l'ensemble des étapes $E_k(i)$ pour i de 1 à n).
 7. Quelle est l'architecture la plus adéquate à cette parallélisation?
- (ii) On supposera maintenant que toutes les tâches sont indépendantes (ce qui n'est pas réellement le cas). On désire ordonnancer ces tâches sur un cluster hétérogène composé de 2 processeurs ayant des vitesses différentes :
- P1 : Vitesse de 1 unité par unité de temps.
 - P2 : Vitesse de 1/2 unité par unité de temps.

(3 pts)

1. Proposez une répartition des tâches de P sur les 2 processeurs en utilisant :
 - a. SPT1 (Shortest Processing Time first) en utilisant le principe 1 qui consiste à affecter la tâche courante au processeur le moins chargé.
 - b. LPT2 (Longest Processing Time first) en utilisant le principe 2 qui consiste à affecter la tâche courante au processeur qui la terminera le plus vite.
2. Calculez le makespan (temps total d'exécution) pour chaque algorithme. Comparez les performances des algorithmes en termes d'équilibrage de charge et de temps total.

B) On s'occupe maintenant du programme P en entier qui traite les n images.

- (i) On désire proposer un parallélisme de données (3 pts)
1. Expliquez brièvement le principe de cette parallélisation.
 2. Donnez le nombre de processeurs utilisés p , l'accélération S et l'efficacité E .
 3. Proposez une architecture adéquate.

- (ii) On désire proposer un parallélisme de flux (3 pts)
1. Expliquez brièvement le principe de cette parallélisation.
 2. Donnez le nombre de processeurs utilisés p' , l'accélération S' et l'efficacité E' .
 3. Proposez une architecture adéquate.

- (iii) On désire optimiser à travers un parallélisme mixte (2 pts)

En s'inspirant de ce qui a été proposé dans la partie A.(i) et dans la partie B, proposez un parallélisme mixte qui permet d'accélérer l'exécution.

1. Expliquez brièvement le principe de cette parallélisation.
2. Donnez le nombre de processeurs utilisés p'' , l'accélération S'' et l'efficacité E'' .
3. Proposez une architecture adéquate.

Bon Travail