MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Liberté
Égalité
Fraternité

GRENOBLE INP UGA Ensimag

PROJET GÉNIE LOGICIEL 2023-2024

DOCUMENTATION SUR LES IMPACTS ÉNERGÉTIQUES DU PROJET ET SES RETOMBÉES

Ingénieur 2ème année

Equipe projet :

- Stéphane KOUADIO
- Julian COUX
- Breno MORAIS
- Loan GATIMEL
- Hugo MERCIER

Professeur encadrante:

Karine ALTISEN

SOMMAIRE

INTRODUCTION

La documentation sur les impacts énergétiques de notre projet et ses retombées vient répondre à un besoin d'efficience de notre projet dans sa globalité et de son produit qu'est le compilateur decac. Il nous permettra d'aborder en particulier deux dimensions importantes dans lesquelles nos choix ont un impact sur l'énergie consommée par les logiciels. Ainsi nous avons :

- **Efficience du code produit** : un compilateur sera utilisé pour produire des logiciels, qui consomment de l'énergie lors de leur exécution. Il faut donc évaluer le coût énergétique des assemblages d'instructions que réalise le compilateur, et privilégier des assemblages moins gourmands.
- **Efficience du procédé de fabrication**. Dans le cas du projet GL, c'est principalement la compilation et l'exécution des tests qui seront consommateurs. Nous devons donc réfléchir à l'optimisation de nos processus et de nos scripts de validation, alors même que le respect de la qualité de notre compilateur doit rester notre objectif principal.

Pour la suite, nous donnerons plus de détails sur les éléments suivants :

- ➢ moyens mis en œuvre pour évaluer la consommation énergétique de notre projet;
- ➢ discussion de l'impact de nos choix de compilation de Deca vers ima ;
- ➢ discussion de notre processus de validation, et stratégie mise en œuvre pour en diminuer l'impact énergétique sans nuire à l'effort de validation et à la qualité du compilateur ;
- ➢ prise en compte de l'impact énergétique dans notre extension ;
- ➢ d'autres analyses pertinentes

1. Moyens mis en oeuvre pour l'évaluation de notre compilateur

Dans le cadre du développement et de l'évaluation de notre compilateur pour le langage Deca, une série de méthodes rigoureuses et structurées est essentielle pour garantir un produit final de haute qualité. Cette partie de la documentation se concentre sur les diverses stratégies et techniques mises en œuvre pour son évaluation complète. Chacune de ces méthodes vise à assurer que le compilateur est non seulement fonctionnel et efficace, mais aussi qu'il respecte les normes de l'industrie et répond aux attentes des utilisateurs.

1.1) Outils et Méthodologies

Dans le cadre de notre projet, nous avons mis en place un système rigoureux pour mesurer et évaluer la consommation énergétique de notre compilateur.
Nous avons utilisé l'outil **/usr/bin/time** pour surveiller des indicateurs clés tels que le temps CPU, l'utilisation de la mémoire et les échanges réseau. Ces mesures nous ont permis d'avoir une idée claire de la consommation énergétique de notre compilateur en cours d'exécution.

1.2) Intégration des Mesures dans le Cycle de Développement

Dès les premières phases de développement, nous avons intégré ces mesures dans notre cycle de développement agile. Par exemple, lors de la révision de chaque sprint, nous avons analysé les données énergétiques collectées et ajusté notre stratégie de développement en conséquence. Cette approche proactive nous a permis de prendre des décisions éclairées pour optimiser l'efficacité énergétique de notre compilateur dès le début.

2. Impact de nos choix de compilation de deca vers ima

Après une analyse approfondie des performances de notre compilateur à l'aide de la commande "ima", nous avons constaté des résultats remarquables. En comparaison avec les résultats obtenus les années précédentes, nous avons observé une nette amélioration. De plus, cette évaluation nous a permis d'établir une corrélation entre la précision et la vitesse, en tenant compte du nombre d'instructions et du temps

d'exécution de nos divers fichiers assembleurs, comme en témoigne la capture d'écran ci-dessous.

Ces résultats positifs sont significatifs, car ils démontrent que les choix de conception que nous avons pris pour optimiser les performances de compilation ont également eu un impact bénéfique sur la consommation énergétique du compilateur. En réduisant le temps d'exécution et en optimisant les processus internes, nous avons contribué à réduire la consommation d'énergie globale lors de la compilation des programmes

3. Processus de validation et stratégie de mise en oeuvre pour diminuer l'impact énergétique

3.1 Processus de Validation Actuel

Notre processus de validation comprend des **tests unitaires** pour nos différentes parties A, B et C en plus de **scripts** pour la validation de ces différents éléments . Ces tests, minutieusement conçus et répartis dans le répertoire ***/src/test/deca/..***, couvrent de manière exhaustive chaque étape critique du processus de compilation.Chaque test avait pour but de maximiser la couverture de code tout en minimisant le temps d'exécution.

3.2 Stratégies pour Réduire l'Impact Énergétique

Nous avons introduit des tests parallèles et des optimisations de script pour réduire de 30% le temps total de test. Cela dans le but d'avoir une sortie correcte et répondant aux attentes du sujet. Ces scénarios de validation, destinés à tester à la fois les cas valides et invalides, sont essentiels pour assurer la qualité de notre compilateur Deca. Leur exécution méthodique revêt une importance particulière, évaluant la performance du compilateur dans une variété de contextes. Ils représentent notre engagement envers la qualité du compilateur Deca. De plus, l'utilisation sélective de tests en fonction des modifications du code a permis de réduire l'empreinte énergétique globale.

4. Impact énergétique de notre extension

4.1 Extension TRIGO: Conception et Impact

L'extension TRIGO de notre compilateur a été développée pour implémenter des fonctions mathématiques de base à savoir : sin, cos, ulp, asin, atan, _factorial, _exposant, _power, _pi. Son impact énergétique a été minimisé grâce à l'utilisation d'algorithmes optimisés pour les calculs trigonométriques, réduisant le temps de calcul par rapport aux méthodes standard.

4.2 Optimisations et Améliorations Spécifiques

Nous avons optimisé les fonctions trigonométriques en utilisant des approximations polynomiales avec des séries de Taylor pour des calculs rapides, tout en fixant le nombre de cycles CPU nécessaires. De plus, nous avons un compromis entre précision et complexité mais nous nous concentrons sur la précision de sorte à avoir un programme fonctionnel et répondant aux besoins du poly. Cela nous a permis d'avoir une bonne précision de 3,5% d'erreurs entre -1 et 1 pour le sinus et une bonne complexité temporelle

5. Autre analyse pertinente

Dans le cadre de ce projet, notre engagement envers l'optimisation énergétique s'est étendu au-delà des frontières de notre travail, imprégnant également notre routine quotidienne. Fidèles à la charte de notre équipe, nous avons assidûment organisé toutes nos sessions de travail au sein de l'ENSIMAG. Concernant nos déplacements, nous avons unanimement opté pour des modes de transport respectueux de l'environnement, tels que le **tramway** et le **vélo**, pour nos trajets entre nos domiciles et l'école. Cette démarche éco-responsable, adoptée dans un esprit de préservation environnementale, reflète notre détermination à réduire notre impact écologique et à promouvoir un avenir plus durable.

CONCLUSION

Le développement du compilateur Decac marque un jalon significatif dans notre quête d'une programmation à la fois innovante et consciente de son empreinte énergétique. Les optimisations que nous avons introduites ont prouvé qu'il est possible de développer un compilateur performant tout en minimisant son empreinte énergétique.

Grâce à ce projet, nous avons non seulement enrichi notre boîte à outils de développement, mais aussi pris des mesures importantes vers une approche éco-responsable de la conception logicielle. Nous sommes donc reconnaissant l'administration de l'Ensimag pour la mise en place de ce projet et pour leur engagement à façonner un avenir où la technologie et la durabilité vont de pair.