ERGO – RAPPORT

Delay Emmanuel– Desforêts Nicolas

Table des matières

I. Présentation du projet

1) Présentation du jeu

Le point de départ est le jeu Ergo, « The Game of Proving You Exist! ». Les règles détaillées sont ici.
Le jeu est composé de 55 cartes : 4 de chaque variable (A, B, C ou D), 4 de chaque opérateur (ET, OU, $\Longrightarrow$), 6 cartes NON, 8 parenthèses, 3 cartes Ergo et 10 cartes particulières.
Chaque joueur (4 maximum) se voit assigné une variable (A, B, C ou D) au début du jeu. À chaque manche, les joueurs essaient collectivement de créer une preuve de leur existence tout en réfutant l'existence des autres joueurs. Au début de la manche, chaque joueur reçoit 5 cartes puis, à chaque tour, un joueur pioche deux cartes et doit jouer deux cartes (éventuellement les défausser). Lorsque une carte Ergo est jouée ou qu'il n'y a plus de carte dans la pioche la preuve est terminée. À condition qu'il n'y ait pas de paradoxe, chaque joueur dont l'existence est prouvée reçoit un nombre de points égal au nombre de cartes dans la preuve. Toutes les cartes sont ensuite mélangées et une nouvelle manche est lancée. Le premier joueur ayant 50 points gagne.
Concernant la construction de la preuve, un certain nombre de règles doivent être respectées :

- la preuve doit avoir au maximum 4 lignes. Dès qu'elle atteint 4 lignes, toutes les cartes supplémentaires doivent être jouées sur une de ces lignes ;
- chaque ligne doit être syntaxiquement correcte (deux opérateurs ou deux variables ne peuvent pas se suivre, chaque parenthèse ouvrante doit correspondre à une parenthèse fermante, ...) ;
- une carte peut être insérée entre deux cartes déjà posées à condition que le résultat reste syntaxiquement correct.

2) Le projet

Le but est de réaliser une implémentation en Python de ce jeu. Pour cela, plusieurs points sont à traiter, plus ou moins par ordre de difficulté croissante :

- analyser une ligne de la preuve pour vérifier qu'elle est syntaxiquement correcte ;
- coder une ligne syntaxiquement correcte sous une forme exploitable (arbre, forme conjonctive normale, forme disjonctive normale, ...?) ;
- déterminer à partir du codage des 4 lignes quelles variables sont prouvées ou s'il y a une contradiction ;
- réaliser une interface graphique (à priori avec tkinter) ;
- implémenter une fonction pour pouvoir jouer contre l'ordinateur.

Si on finit tout ça et qu'on a peur de s'ennuyer, on pourra toujours creuser pour améliorer la façon dont l'ordinateur joue. Au pire, on demandera à Frédéric Muller de nous prêter ses TetrisBot pour qu'ils apprennent à jouer à Ergo ;-)

II. Organisation du travail

1) Outils utilisés

Nous avons configuré un Rasberry Pi comme serveur pour installer redmine dessus, en nous aidant beaucoup du wiki de Frédéric Muller (merci à lui) et des article de Linux Pratique mis à notre disposition par The Big Boss

(loué soit-il). La documentation technique est générée avec Sphinx, encore grâce aux articles de GNU/Linux Magasine que notre Big Boss a eu la bonté de nous fournir (Il n'en sera jamais assez remercié [1]).
Les résultats sont disponibles sur http://paulconstans.ddns.info/redmine/projects/ergo et sur http://paulconstans.ddns.info/documentation/.

2) Répartition du travail

Après quelques discutions, le travail s'est assez naturellement réparti. Emmanuel Delay s'est chargé de la partie algorithmique tandis que Nicolas Desforêts s'est occupé de l'interface graphique. Comme nous travaillons tous les deux dans le même lycée, nous avons pu nous voir régulièrement pour faire la jointure entre nos deux parties et nous mettre d'accord sur les étapes suivantes.

III. Solutions techniques

TODO Nico

IV. Algorithmes utilisés

1) Passage en notation polonaise inversée : algorithme Shunting-yard

Une des premier problème algorithmique a été de transformer l'écriture algébrique des preuves en une notation plus utilisable. Ayant pas mal travaillé avec mes élèves sur l'évaluation d'une expression en notation polonaise inversée (NPI), je me disais que je devrais arriver à quelque chose si je pouvais transformer l'écriture algébrique en NPI. J'ai fait quelques recherches la dessus, et je suis tombé sur l'algorithme de Shunting-yard. Je l'ai légèrement adapté au contexte (proposition logique au lieu de d'expression mathématique) pour obtenir l'algorithme **??**.

2) Évaluation de la preuve

Ici, mon idée a été d'attaquer le problème en force brute : tester tous les modèles possible (comme il y a 4 variables, il y a seulement $2^4 = 16$ possibilités) et pour chacun évaluer la preuve. Si le résultat est Vrai, c'est que le modèle est admissible et je le mémorise. Ensuite, je regarde pour chaque variable si elle a toujours la même valeur (Vrai ou Faux) dans tous les modèles admissibles. Si c'est la cas, la variable est prouvée ou niée.

D'après le cours qu'on a eu pour l'instant sur la logique avec Line Jakubie-Jamet, et si j'ai bien compris, cette méthode constitue une preuve sémantique, mais c'est équivalent à une preuve syntaxique. Normalement, on devrait voir dans la suite du cours d'autres algorithmes pour répondre à ce problème (le teaser parle d'arbre sémantique, d'algorithme de Quine, d'algorithme de Davis et Putnam). Une évolution possible (intéressante ?) serait de programmer ces algorithmes.

Pour l'évaluation d'une formule, j'ai utilisé l'algorithme classique d'évaluation d'une expression en NPI (algorithme **??**).

1. Le cirage de pompe peut-il augmenter significativement la note de ce module ?

Entrée : Une liste `input` de cartes (propositions ou connecteurs)
Sortie : Une liste npi correspondant a la notation polonaise inversée de l'entrée
Traitement

```
Créer une pile vide
npi ← []
pour chaque carte de input faire
    si carte est une lettre alors
        ajouter carte à npi
    sinon si carte est un parenthèse ouvrante alors
        empiler carte
    sinon si carte est une parenthèse fermante alors
        tant que pile est non vide et que le sommet de la pile n'est pas une parenthèse ouvrante faire
            dépiler une carte et l'ajouter à npi
        si pile est vide alors
            quitter // Problème de parenthésage
        sinon
            dépiler la parenthèse ouvrante
    sinon
        tant que pile est non vide et que le sommet de la pile a une priorité supérieure à carte faire
            dépiler une carte et l'ajouter à npi
        empiler carte
tant que pile est non vide faire
    dépiler une carte et l'ajouter à npi
    si la carte est une parenthèse ouvrante alors
        quitter // Problème de parenthésage
```

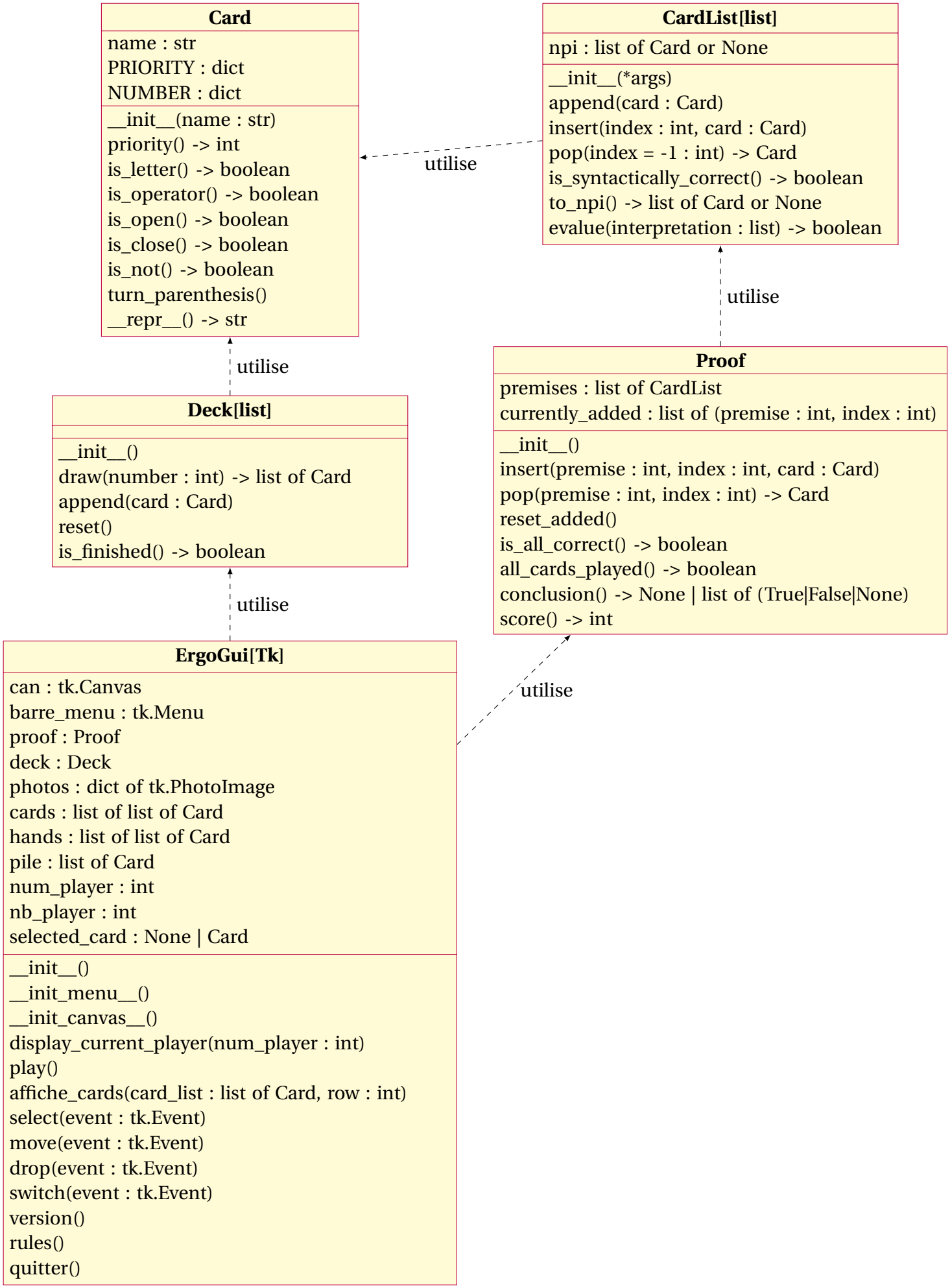
Algorithme 1 : Algorithme de passage en notation polonaise inversée

Entrées : Une liste `npi` de carte en NPI et une interprétation
Sortie : L'évaluation de la liste
Traitement

```
Créer une pile vide
pour chaque carte de npi faire
    si carte est une lettre alors
        empiler sa valeur dans l'interprétation
    sinon si carte est un opérateur binaire alors
        dépiler les deux dernières valeurs
        effectuer l'opération entre ces valeurs
        empiler le résultat
    sinon // c'est un opérateur unaire, le NON
        dépiler la dernière valeur
        empiler sa négation
retourner le sommet de pile // qui ne doit avoir qu'un élément
```

Algorithme 2 : Algorithme d'évaluation d'une formule

A Diagramme des classes



Delay Emmanuel– Desforêts Nicolas