Projet TER RobotTaf

Par :
Victor Coutellier - Julien Gauttier - Vladimir Karassouloff

Faculté des sciences d'Orléans - M1 informatique

Table des matières

L'objectif de ce projet est de concevoir un mini langage servant à manipuler un robot afin d'enseigner les bases de la programmation aux jeunes enfants. Il s'agira de concevoir un langage de programmation contenant la plupart des notions de l'algorithmique et de le rendre accessible à des enfants. Une application Android devra être développer, les enfants devront alors créer un algorithme avec le langage préalablement conçu via cette application. Cette application servira d'interface entre l'enfant et le robot. Le programme produit par l'enfant devra ensuite être envoyé sur un robot qui lancera localement son exécution.

1 Une introduction au domaine

A l'origine, si l'apparition de la programmation à déclenché un élan d'apprentissage aux jeunes enfant, les premiers langages n'étais pas adaptées a ces derniers. En effet, la syntaxe était très exigeante et austère. De plus, la programmation était souvent introduite dans des contextes non familiers aux jeunes enfants, tel que la génération de nombres premiers, ou dessiner des formes géométriques.

Dans son livre [7], Seymour Papert's indique d'un language de programmation éducatif doit répondre à 3 critères

- « low-floor », c'est à dire simple d'accès
- « high ceiling », c'est à dire fourni des opportunités de créer des projets complexe avec le temps
- « wide-walls », c'est à dire suffisamment vaste pour engager different types de projets

Mais ces 3 contraintes n'étais pas satisfiables au vu des limitations techniques de l'époque.

Il est également remarqué d'une personne apprends mieux en travaillant sur des projets personnel, c'est pourquoi il est important d'insister sur

- La diversité des projets (jeux, histoire, animations, simulations), afin que chacun puisse se retrouver dans le langage utilisé
- La personnalisation, il est donc important de pouvoir importer ses propres images, son, voix, ainsi que des outils pour créer ses propres ressources.
- le choix de la 2D dans le développement d'une application d'apprentissage est donc plus approprié, car en effet, il est plus simple d'importer des assets 2D, tout comme il est plus simple de les personnaliser et de créer un environnement cohérents autour

Il fut également remarqué dans plusieurs études - notamment le département des sciences et de la technologie de l'éducation de l'université de Mons [9], et le Department of Psychologie of Nazarene College [2] - que les enfants ayant été confrontés à des problèmes algorithmiques de façon ludique progresse de façon significative dans des problèmes mathématiques. Mais malgré cela, il fut aussi démontré que laisser l'enfant livré à lui-même dans un environnement de programmation ne suffit pas à developper ses capacités, le rôle de l'enseignant est primordial pour observer de réel effets positifs sur le développement de ces compétences.

« Si nous observons des gains d'apprentissage élevés dans le domaine des grandeurs, des nombres et de la structuration spatiale, l'impact du dispositif semble plus réduit pour les compétences relatives à la résolution de problèmes et pour le raisonnement logique. Un autre résultat intéressant qui ressort de notre analyse est l'effet du scénario en termes d'équité. Les résultats des apprenants sont en effet plus homogènes au terme de l'apprentissage. » [9] Indique l'étude de l'université de Mons.

Pour Seymour Papert, l'utilisation de l'ordinateur de manière éducative afin de créer des object, dessins, ou programme via un environnement adapté devient un catalyseur pour un changement positif dans le parcours scolaire de l'enfant [1].

2 Une analyse de l'existant

2.1 Le système LOGO

Cet article [6] parle de l'évolution de l'enseignement assisté par ordinateur et de ses différentes approches tel que des didacticiels, des simulations, apprentissage des différents langages. En effet, il s'agit d'une approche ludique pour les enfant avec résolution des problème et exploration de la géométrie grâce a une mise a disposition de différents élément, ici avec Logo, on dirige une tortue que l'on déplace à l'aide de divers fonctions munies d'arguments pour effectuer des opérations (exemple : av 150 td 120 av 150 td 120 av 150 dessinera un triangle)

L'apprentissage de la programmation passe par l'apprentissage de la logique pour maîtriser les algorithmes. On remarque également que la programmation peut aussi apprendre dans d'autre domaines tel que la musique, calcul, etc...

Parle des avantages de la pratique de la programmation
- Permet d'aborder des concepts difficile a aborder tel que la récursivité, les variables
- Capacité de prévoir le résultat lors d'une suite de diverse transformation d'un objet
- Découverte du concept d'automates
- Augmentation de la capacité a résoudre des problèmes

Logo permet d'acquérir de l'expérience réelle sur objets de connaissance à travers des concepts tel que
- Le concept d'état (le fait que la tortue repérable sur l'écran par sa position et sa direction)
- Les commandes qui permettent de changer l'état de la tortue
- La transposition de la tortue dans le monde réel via des système robotique, permettant à l'enfant de ressentir directement les effets de son travail

Les enfants apprécient la possibilité de personnaliser les programmes en donnant les nom qu'ils veulent aux variable / fonctions. C'est un véritable "laboratoire d'apprentissage et de recherche" mise à disposition de l'enfant.

2.2 Le langage Squeak Etoys

Squeak Etoys [3] est un logiciel inspirée par LOGO, il s'agit d'un environnement de développement qui inclue des graphismes 2D et 3D, des images, textes, particules et permet même des pages web ou des clips vidéo. Cet environnement permet également de partager ses créations en temps réel avec d'autres utilisateurs à travers le monde. C'est un système gratuit, open source et multiplateforme.

Tout dans Squeak est considéré comme un objet, et l'on peut ajouter des contraintes et donner des instructions à tout ces objets. En effet, l'interface est des plus minimalistes pour ne pas submerger l'utilisateur par des dizaines de boutons et d'options, afin de laisser l'enfant découvrir le logiciel à son rythme sans être intrusif sur ce qui est considéré comme fait ou à faire.

Squeak fusionne la notion de « zone d'édition » et de « zone de rendu », en effet, tout les objets sont modifiables à la volée lors de l'exécution du projet. Cela permet de clarifier l'interface dans le sens ou il n'existe qu'un seul contexte, celui de la page principale. Des bulles d'aides apparaissent tout de même avec un certains délais afin de guider l'utilisateur sur les informations utiles en fonction de sa sélection [11].

De part ces mécaniques, Squeak permet à l'utilisateur final d'accéder à la simplicité sous-jacente de different concept important tel la gestion du son ou des images.

2.3 Le langage Scrath Junior

Scratch à été conçu afin de permettre de programmer à des personnes qui n'ont jamais été amené à une carrière de développeurs. Il a été désigné pour tout le monde, de tout âges, afin de créer des jeux, simulations, animations ou histoire interactives [4].

Le but de cette plateforme n'est pas de former des programmeurs professionnels mais bel et bien de permettre à des personnes de tout horizons d'exprimer leurs idées [8]. En effet, de nombreuses personnes jouent à des jeux vidéos, regardes des animations ou utilisent des logiciels, mais peut on l'occasion d'en créer, et c'est cette opportunité que donne Scratch, ces compétences ainsi acquises peuvent être transposées dans des domaines qui n'ont rien à voir avec l'apprentissage ou l'utilisation de la programmation.

En effet, certains langages permettait déjà ces possibilités, tel que Squeak Etoys ou Alice, mais scratch était destiné à pousser encore plus loin l'accessibilité et les possibilités [8].

Scratch fut conçu via les 3 principes suivant :
- Le rendre le plus flexible
- Le rendre plus riche de sens pour les jeunes enfants
- Le rendre plus social qu'un environnement de programmation traditionnel

Scratch est conçu comme de manière graphique [8]. En effet, aucune syntaxe n'est présente, les structures de données et de contrôles traditionnelles sont remplacées par des forme géométriques tel les pièces d'un puzzle. Par exemple, une boucle sera présenté en forme de C, de manière à pouvoir placer des blocs à l'intérieur afin de visuellement expliciter le concept de suite d'instruction se répétant.

Cette visualisation graphique permet donc à un enfant d'expérimenter toute sortes de combinaisons, tout cela couplé à une exécution des plus simples, en effet, le simple clic sur un élément déclenche son code dans l'application, il est même possible de modifier une séquence d'instruction à la volée pendant son exécution.

L'interface de scratch est prévu comme un bureau physique [8], des instructions peuvent ainsi être disséminée ici et la sans lien les unes envers les autres afin d'être réutilisées par la suite en cas de besoin. Ce mode de fonctionnement incite donc à la découverte et à l'expérimentation plus qu'un langage de programmation traditionnel, qui implique rigueur et une conception préalable.

Une extension physique de Scratch existe, la Scratch PicoBoard, qui permet aux projet Scratch d'interagir avec le monde extérieur via une batterie de capteur, tel un capteur de luminosité, un bouton, un potentiomètre et même un micro, afin de rendre les projet plus interactif et plus palpable par l'utilisateur [8].

2.4 Le système LEGO Mindstorm

LEGO Mindstorm est une gamme de la marque LEGO basée sur le concept de « brique programmable », c'est une brique qui permet de charger et d'exécuter des programmes utilisant toute une batterie de capteurs et d'actuateurs. Il devient donc très simple de créer un robot capable de se déplacer, d'attraper ou de reconnaitre des objets. [5]

Cette approche de la programmation par la robotique est des plus enrichissante, car l'aspect programmation pur est distillé par tout l'aspect ludique de la construction de son propre robot, tout en recevant des feedback physique à partir de son travail [10]. Seymour Papert, déjà un des pionnier du langage LOGO, nomme cette pratique d'apprentissage de la programmation par des plateformes robotique le « constructionisme » [7]

Le second facteur de l'adoption des robots dans l'apprentissage de la programmation est la chute du prix du matériel nécessaire sur la dernière décennie. Il est en effet très bon marché même pour les écoles les plus modestes d'accéder aux composant nécessaires. Car même si ces composant ne fournissent pas la précision nécessaire à un usage industriel, ils sont largement suffisant pour un usage éducatif.

2.5 Les systèmes basés sur Arduino

Il existe des interfaces intuitives pour ceux qui débutent dans la programmation comme dans https ://studio.code.org/s/mc/stage/1/puzzle/1 ou comme Ardublock, où l'utilisateur doit créer des algorithmes à partir de bloc d'actions misent à sa disposition.
Ardublock est un projet se rapprochant beaucoup du notre, puisqu'il s'agit de concevoir des algorithmes spécifiquement pour l'arduino, et donc des robots tel que nous allons utiliser.
On peut noter la présence de bloc permettant d'agir spécifiquement sur les éléments du robot tel que "faire clignoter la led" ou même de donner un temps d'exécution aux différentes actions du robot.

https ://www.aldebaran.com/fr/cool-robots/nao/en-savoir-plus-sur-nao : robots existants possèdant plusieurs capteurs afin d'interagir avec son utilisateur, on notera surtout la présence de capteurs pour se repérer, la possibilité de se mouvoir ainsi que la présence d'une carte wifi/ethernet.

3 Une liste et analyse des besoins non-fonctionnels

Télécommande : sera utile aux tests. En effet, le simple fait de contrôler le robot via une télécommande permet de vérifier plusieurs points. D'une part, cela permet de tester le fonctionnement et les capteurs du robot, et d'autre part, cela permet de se familiariser avec la "chaine d'action" du projet. Enchaînant l'application android, la production du code en mini-language, la communication avec le robot, la compilation sur ce dernier et son exécution. Cela sera donc la première étape du projet. Nous avons imaginé ici différentes architectures possibles, elles diffèrent de par leur facon de transcrire notre pseudo code en Arduino, l'acheminement de la sortie pseudo code de l'application Android jusqu'à son exécution sur le robot peut en effet se voir de différentes manières.

3.1 Erlang

Cette méthode profite de la facilité de communication entre plusieurs processus dont dispose Erlang, elle s'avère en premier lieu simple d'implémentations, on pourrait également se demander si une telle architecture ne serait pas simplifiable, et si nos commandes Arduino ne pourraient elles pas découler directement de la compilation.

3.2 Pcode

Avec cette méthode on allège le cheminement du code, mais on perd le coté pratique de Erlang, c'est une façon plus directe, on passe de notre pseudo code à des commandes Arduino avec plus de transparence.

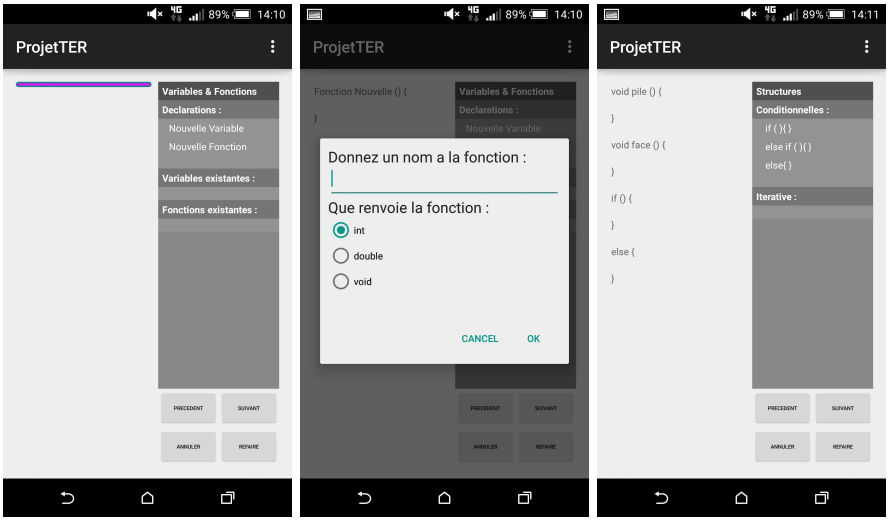
3.3 Lua

4 Une liste et analyse des besoins fonctionnels

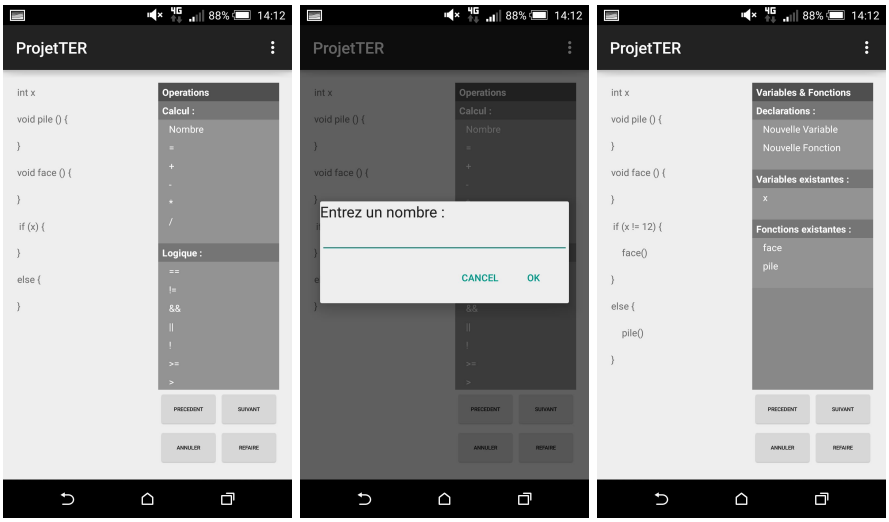
Application : L'application Android servira à construire un algorithme à travers une interface utilisateur imaginée pour les enfants.
Robot : Il exécutera l'algorithme, le robot est muni de roues motorisées et de différents capteurs comme : Un capteur de distance utilisant les ultra-sons. Plusieurs capteurs de proximité pour détecter des collisions imminentes. Il dispose aussi d'un convertisseur usb que l'on relira à un raspberry disposant du wifi pour communiquer avec notre application Android.
Mini-langage : Le développement d'un mini-langage est crucial dans ce projet, en effet, l'application ne sers que d'interface pour facilement écrire ce langage, qui sera traduit de manière formelle via l'application. Ce langage formel, défini via une grammaire, subira plusieurs phases d'analyse soit : lexicale, syntaxique et sémantique, afin de traduire ce mini-langage dans un langage machine exécutable sur le robot afin d'effectuer les requêtes de l'utilisateur.

5 Une description de prototypes et des résultats de tests préparatoires

5.1 Prototype android



Une Viewanimator à droite, contenant liste de scrollview contenant différents élément de programmations tel que les structures (conditionnelles et boucles), les variables ou encore les opérateur de calculs et logique. Les différents éléments peuvent être drag and drop vers d'autres vues.



Scrollview a gauche servant de réceptacle aux éléments de codes. Lors du drag and drop, soit les élément donnent lieu a une nouvelle ligne de code, soit les élément enrichissent les lignes deja présentes (exemple : drop d'une variable dans un if)

5.2 Prototype compilateur

Définition d'une grammaire via un outil d'analyse lexicale et sémantique, ATNLR4, qui permet via la description d'expressions régulières combinée de formuler un langage.

Une fois cette grammaire définie, l'outil permet de créer un AST, qui permet ensuite d'effectuer l'analyse sémantique via une table des symboles, ce qui aboutira à la production du code machine exécutable sur le robot

6 Un planning, affectations des tâches

Victor : mini-langage et compilateur
Julien et Vladimir : travail sur l'application
Toute l'équipe : travail sur Erlang

Références

[1] Douglas H Clements. Young children and technology. *Dialogue on early childhood science, mathematics, and technology education*, pages 92–105, 1999.

[2] Douglas Degelman, John U Free, Michelle Scarlato, Janice M Blackburn, and Thomas Golden. Concept learning in preschool children : Effects of a short-term logo experience. *Journal of Educational Computing Research*, 2(2) :199–205, 1986.

[3] Alan Kay. Squeak etoys authoring & media. *Viewpoints Research Institute*, 2005.

[4] John Maloney, Mitchel Resnick, Natalie Rusk, Brian Silverman, and Evelyn Eastmond. The scratch programming language and environment. *Trans. Comput. Educ.*, 10(4) :16 :1–16 :15, November 2010.

[5] Fred Martin and Mitchel Resnick. Lego/logo and electronic bricks : Creating a scienceland for children. In *Advanced educational technologies for mathematics and science*, pages 61–89. Springer, 1993.

[6] Patrick Mendelsohn. L'enfant et les activites de programmation. *Grand N*, 35 :47–60, 1985.

[7] Seymour Papert. *Mindstorms : Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, Inc., New York, NY, USA, 1980.

[8] Mitchel Resnick, John Maloney, Andrés Monroy-Hernández, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, et al. Scratch : programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11) :60–67, 2009.

[9] Gaëtan Temperman, Caroline Anthoons, Bruno De Lièvre, and Joachim De Stercke. Programmation tasks with Scratch : Observation and analysis of the progression in mathematics. *Frantice.net*, (9) :http ://www.frantice.net/document.php ?id=1013, November 2014.

[10] Jerry B Weinberg and Xudong Yu. Robotics in education : Low-cost platforms for teaching integrated systems. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 10(2) :4–6, 2003.

[11] Maizatul HM Yatim and Maic Masuch. Educating children through game making activity. *Otto-von-Guericke University of Magdeburg, http ://www. learnit. org. gu. se/digitalAssets/862/862887_yatim_masuch. pdf*, 2007.