

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



Vicerrectoría de Investigación y Extensión

Informe Final Proyecto de Investigación

KROTIC: Kit de Robótica Costarricense

Autor:

**Milton Villegas Lemus,
investigador principal
mvilem@usa.net
Escuela de Computación**

**Cartago, Costa Rica
Febrero, 2012**

Tabla de Contenido

Titulo	3
Investigador coordinador:	3
Resumen	3
Palabras clave	4
Introducción	4
Robots en la Educación	4
Objetivos del proyecto:	4
Metodología	5
Población y muestra de estudio	5
Diseño de la Investigación	6
Métodos, técnicos e instrumentos de investigación	7
Procedimiento de recolección de Información	9
Resultados	9
Discusión y Conclusiones	13
Recomendaciones	14
Referencias	14

Titulo

KROTIC: Kit de Robótica Costarricense

Investigador coordinador:

Lic. Milton Villegas Lemus

mvilem@usa.net

Escuela Ingeniería en Computación

Resumen

El proyecto consistió en evaluar el kit de robótica del fabricante Parallax y construir un kit de robótica reduciendo los costos.

La evaluación del kit de Parallax se llevó a cabo considerando tres aspectos: primero, la curva de aprendizaje para el uso del kit, la variable estudiada fue tiempo involucrando tanto hardware como software y se evaluaron dos poblaciones diferentes: la primera estudiantes universitarios y la segunda estudiantes de escuela. El segundo aspecto fue características técnicas entre ellas principalmente el consumo de corriente. Por último, se evaluó la facilidad en el uso para la construcción de proyectos de los chicos de escuela, la variable utilizada fue tiempo y cantidad de proyectos diferentes.

La diseño del kit tuvo en cuenta las observaciones del comportamiento de los chicos de escuela, para conservar en el kit las características deseables de adaptabilidad a los diferentes proyectos que suelen surgir en los chicos de escuela. Además, se realizó una búsqueda de los diferentes servomotores disponibles en el mercado para seleccionar el más adecuado por costo y consumo.

Las actividades con los robots se realizaron en diferentes campamentos.

El kit fue construido en forma exitosa, la curva de aprendizaje de su manipulación fue baja en estudiantes de escuela, es decir, 0.25% con respecto al empleado

por estudiantes de computación con el Parallax. El costo se redujo a 75 dólares el “kit” menos de la mitad del propuesto.

Palabras clave

Kit de robótica, robótica en la educación, aplicaciones educativas de servo motores.

Introducción

Robots en la Educación

Los “kits” de robótica para uso en la educación están disponibles en el mercado nacional, pero sus costos hacen prohibitivo su adquisición y/ o mantenimiento, por parte de escuelas públicas en zonas rurales o para los padres cuyos hijos asisten a escuelas públicas donde la Fundación Omar Dengo no tiene cobertura.

Para los chicos es bastante atractivo participar en actividades, donde usando algunos de los componentes de robots, ellos logren construir o concretar una idea de proyecto.

Muchas actividades para estimular el aprendizaje de matemáticas y en general de conceptos básicos de ciencias se han descrito con el uso de robots en particular Papert en [1] y Resnick en [2].

Así mismo, se ha hecho un avance importante en el país por la Fundación Omar Dengo para promover la robótica como elemento de motivación para despertar interés en los niños y en los últimos años en jóvenes de secundaria, sin embargo, su alcance no cubre a todas las escuelas a nivel nacional y aún en la zona de cobertura es muy difícil que los padres que lo deseen estén en capacidad de suministrar un kit a sus hijos.

Objetivos del proyecto:

Se plantearon dos objetivos principales:

Evaluar el kit de robótica Boe Bot de Parallax

Construir un kit de robótica de manos de \$150 dólares

Como objetivos específicos se tenían los siguientes:

1. Diseñar actividades pedagógicas empleando el Boe Bot.
2. Evaluar el impacto del kit de Parallax en la propuesta de proyectos de los jóvenes en una Escuela.
3. Construir un robot de fácil ensamblaje (máximo dos horas) para jóvenes entre los 11 años y 15 años.
4. Seleccionar una fuente de alimentación o energía de fácil consecución en el mercado nacional.
5. Diseñar un manual de actividades e instrucciones para el aprendizaje de detalles técnicos y programación del robot.
6. Evaluar el impacto del kit construido en los proyectos de los jóvenes de una escuela.

Los objetivos 1, 2, 3 y 4 se cumplieron completamente los objetivos 5 y 6 no se pudieron cumplir.

Metodología

Población y muestra de estudio

Para el estudio del sistema Boe Bot de Parallax:

La población consistió en un grupo de chicas de entre 11 y 13 años del centro educativo escuela República de Brasil, en Quebradilla de Cartago. Las maestras Guiselle Martínez y Milagro Cordero unieron varios grupos del último año de escuela para completar 7 grupos de dos chicas cada uno. También se realizó un estudio en la escuela Ricardo Jiménez O de Tejar de Cartago, en este caso un total de 12 chicos entre 10 y 13 años de ambos sexos.

Para el mismo estudio se realizó una evaluación sobre 14 estudiantes ambos sexos universitario con al menos dos cursos de programación aprobados..

También se realizaron pruebas con 8 estudiantes mujeres universitarias sin bagaje computacional es decir no han llevado ningún curso relacionado con programación.

Diseño de la Investigación

Se organizó el trabajo de la siguiente forma:

El diseño de las actividades para incentivar a los chicos en el uso del robot estuvo a cargo del profesor Milton Villegas Lemus en coordinación con las maestras y directores de las escuelas. El fundamento pedagógico seguido fue el constructivista planteado por Papert [1] e involucrando a estudiantes de ingenierías haciendo que estos aumenten su motivación no solo por trabajar directamente con robots similar al efecto descrito por Yousuf [3] sino también por servir de modelos a los chicos. Una vez diseñadas estas actividades se discutieron con las maestras de la escuela Ricardo Jiménez Oreamuno y República de Brasil, también con una de las mismas maestras Karolina Piedra Segura. Para la coordinación con las escuelas se contó con la colaboración de estudiantes asistentes del laboratorio Laura Alvarado P (Escuela República de Brasil)., Kasen Lam C (Escuela Ricardo Jiménez O.) y Pedro Gutiérrez (Talamanca)

La logística para la adquisición del equipo computacional y de los sets de robótica estuvo a cargo de Yuen Law Wan.

El diseño del kit de robótica estuvo a cargo de Milton Villegas Lemus con la colaboración para la programación de los asistentes Taigin Garro Acón, Julio Zúñiga y Edgar Mendoza Fernández. Para el diseño se hizo una lista de los requisitos mínimos de funciones del robot en una situación de aprendizaje obtenida en el estudio del Boe Bot y también se consideró la restricción de costo. Posteriormente se realizó una revisión de los componentes ofrecidos en el mercado especializado, para seleccionarlos evaluando características técnicas y costo.

El diseño de la estructura estuvo a cargo de Milton Villegas Lemus, se re-evaluó el diseño del Boe Bot se realizaron algunas modificaciones para bajar costos y optimizar variables como ensamblaje, peso y configuración. En la construcción se contó con el apoyo del asistente Sergio Garro para los cortes y diseños de logos del robot.,

La evaluación estuvo a cargo inicialmente del profesor Yuen Law Wan, pero se tuvo que retirar del proyecto, para realizar estudios de doctorado en el extranjero, por lo que Milton Villegas Lemus se hizo cargo de esta parte durante el 2010, así mismo, del manual de detalles técnicos y la programación del robot.

Métodos, técnicos e instrumentos de investigación

Evaluación del kit de robótica de Parallax:

Las actividades pedagógicas se realizaron con la versión Boe Bot de Parallax y se aplicaron tanto en la escuela Ricardo Jiménez O como en la escuela República de Brasil, dichas actividades se basaron en el constructivismo propuesto por Papert y fue discutido tanto con la maestra y profesora de la carrera de Educación Especial de la Universidad de Costa Rica Karolina Piedra Segura como también con la maestra de dicha escuela María Eugenia Mesén. Los robots se llevaron ya ensamblados, para así eliminar el componente debido al tiempo de ensamblaje de la medición de tiempo.

La actividad de evaluación del Kit con los estudiantes de universidad se aplicó a estudiantes del Curso Organización de Computadores y Lenguaje Ensamblador del segundo semestre del 2009, esta actividad se realizó con un conjunto de robots prestado por un proyecto de Microsoft al laboratorio, pues el equipo solicitado no había llegado para ese momento. Esta experiencia estuvo a cargo del Profesor Milton Villegas Lemus. En este estudio se evaluó el tiempo de ensamblaje y la programación del kit de Parallax. Número de estudiantes 12.

Con los estudiantes que no tenían entrenamiento en programación, se realizó una actividad para el estudio del tiempo de aprendizaje de la programación y se llevó a cabo en el laboratorio LuTec y se realizó con estudiantes voluntarias, distribuidos

de la siguiente forma: tres estudiantes de diseño industrial y una estudiante de Ingeniería en Materiales y una de Educación Especial de la UCR, ninguna de ellas había llevado curso de programación alguno.

Diseño y construcción del Kit de Robótica (Krotic)

La construcción de la electrónica se dividió en las siguientes pasos:

Para eliminar la cantidad de cableado que generalmente se tiene en los robots se trabajó en el diseño de dos tarjetas de circuitos usando una fresadora para hacer el PCB y una tarjeta pre-perforada. Como es usual en estos casos, se elaboró el diseño esquemático. Posteriormente se probaron las diferentes configuraciones en tabletas para prototipos que no requieren soldar realizando optimizaciones de componentes. Después se plasmó en dos diseños de circuitos que fueron los usados en el kit. Se soldaron los componentes y probaron los robots.

Otro paso fue la selección del microcontrolador, es decir el sistema computacional base del robot. En la construcción del kit se evaluaron microcontroladores de 8 pines de las casa Microchip, Intel y Atmel. La función peso con la que se tomó la decisión consideró: costo, herramientas de programación libres y documentación. Para la programación se decidió usar lenguaje ensamblador por espacio en memoria y velocidad de ejecución. El ambiente de programación fue AVRStudio ver 4.

Se buscaron los elementos complementarios para el diseño, entre ellos los servomotores, como los elementos fundamentales para la construcción del kit, por su función para darle movimiento y por el costo de los mismos. Para completar la parte electrónica se decidió adquirir componentes genéricos.

El diseño de la apariencia se realizó durante Noviembre 2009 y el 2010 se contó con la colaboración del estudiante Sergio Garro Cabezas para la elaboración de los esquemáticos para la impresión y de los logos del robot. Para la geometría del diseño se consideraron aspectos de peso, distribución de componentes y ensamblaje. Se realizaron pruebas para un diseño de ensamblajes por ajuste con

la mínima cantidad de tornillos ver foto 1. Para el corte de los diseños se recurrió a una cortadora Laser Epilog. Los planos para los robots se dejaron en formato Corel Draw en versión X4 que es uno de los formatos que recibe la Epilog.

Procedimiento de recolección de Información

Para la recolección de información en la actividad de la escuela Ricardo Jiménez Oreamuno se hizo que los facilitadores (estudiantes universitarios) que en total fueron 10, levantaran bitácoras con las observaciones de originalidad de la idea, complejidad evaluando cuantitativamente cuantas variables o principios físicos explícitos involucraban técnica, cantidad de efectos logrados con el kit.

La información con los estudiantes voluntarios del curso Organización de Computadores y Lenguaje Ensamblador, se hizo a través de una bitácora donde se consignaron al menos las mismas variables de originalidad de la idea, complejidad técnica, cantidad de efectos logrados con el kit en la escuela, finalmente el tiempo de construcción del prototipo y la puesta a punto para la operación.

Para las estudiantes sin bagaje computacional se aplicó el mismo procedimiento.

Con los datos recopilados se estableció una estrategia para el diseño del kit. Se tomaron como indicador para ofrecer las funciones que facilitarían la construcción de los proyectos y que los tiempos de construcción estuvieran en el máximo de 4 horas de realización y el ensamblaje del robot en 2 horas.

Antes de la realización de la actividad se llevaron a cabo al menos tres reuniones por actividad con los directores, encargados, contactos y maestras de los diferentes sitios.

Resultados

Los resultados obtenidos de las actividades de aprendizaje con el Kit de robótica de Parallax, sirvió como base para el diseño del kit de robótica. Para la población de estudiantes de escuela República de Brasil, los principales resultados obtenidos recolectados a partir de las bitácoras fueron los siguientes:

1. Es más llamativo el movimiento cuando responde a interacción con el ambiente.
2. Los efectos con luces son elementos que se integraron en todos los proyectos.
3. A las chicas les llama la atención más un robot sin mucho cable expuesto.
4. Es necesario que los motores puedan mover estructuras relativamente grandes 12000 cm^3 .
5. Consumo en amperios con sensores de luz y movimiento en dos ruedas con dos interruptores midió 688 mA.
6. La programación en el ambiente provisto por Parallax requirió de guía por parte de los facilitadores, no se pudo realizar sin ellos.
7. Los sensores de luz se utilizaron en el 80% de los proyectos, los temporizadores en el 55%.

En la construcción del Kit de robótica Krotic la versión 1.4 tuvo la siguiente configuración:

- Dos entradas de sensores.
- Una salida.
- Dos servomotores de rotación continua.
- Fuente de alimentación de 4 baterías AA.
- Diseño con la mínima cantidad de tornillos, ensamblaje por ajuste de pestañas.
- Decoración y diseños atractivos.
- Microcontrolador Atmel Tiny 13

El peso que puede acarrear con los dos motores es de 300 g y soporta una construcción en madera balsa y otros materiales de 12000 cm^3 .

Los chicos a los que se expuso la última versión del Krotic (se puede apreciar en la foto 2) desatacaron su apariencia pero querían más entradas para sus proyectos.

La forma de programación se realizó a través de otro tiny 13 para hacerlo más fácil a los chicos, pero se debe mejorar aún más la interfaz.

Los resultados de las pruebas de concepto permitieron realizar diversos ajustes en el diseño. Entre ellos la colocación de la batería para lograr un mejor balance desplazando el centro de gravedad y poniéndolo más bajo para mayor estabilidad en los desplazamientos.



Foto 1. Prueba de concepto de ajuste de piezas.



Foto 2. Versión 1.4 Última de Krotic

Con la versión de Krotic 1.4 se pueden acoplar dos kits para integrar un robot con 4 servos. Esto fue una extensión a las consideraciones iniciales. La prueba para esta configuración se realizó para experimentar con movimiento de patas, para otro proyecto de investigación (SpiderBot), se substituyeron las ruedas por patas, además para hacer atractivo el diseño se le agregó una cabeza y cola de perro ver foto 3.

Las pruebas con los movimientos de patas fue completo y cumplió el objetivo y se comprobó la modularidad del acople.



Foto 3. Participación en el encuentro de Investigación y Extensión del ITCR con Krotic.

Discusión y Conclusiones

Se evaluó el kit de robótica de Parallax en dos aspectos técnico y su aplicación en un ambiente de aprendizaje.

Se logró construir un kit de robótica con un costo de \$75 cumpliendo el objetivo.

Se probó el kit de Parallax en la Escuela República de Brasil con un grupo de niñas de edades entre 11 años y 13 años. También se probó en un ambiente universitario con y sin bagaje computacional; para los dos grupos la motivación fue alta, los dos grupos solicitaron más tiempo con los robots. para realizar otros proyectos.

La fuente de energía seleccionada fueron 4 baterías recargables y el consumo ascendió a 485 mA con 300 g de carga con los sensores y salidas activadas.

No se lograron realizar las pruebas con una población de jóvenes de una escuela. Tampoco se logró la construcción de la siguiente versión con un programador con más capacidad, para agregar más funciones, esto por falta de tiempo, ya que el

proyecto se retrasó por la adquisición del equipo y por la partida del otro profesor investigador.

Los diagramas técnicos están en el disco compacto que acompañan este documento aunque sus archivos se deben leer con los programas adecuados.

Recomendaciones

La recepción del kit fue muy buena entre aquellos a los que se les presentó, pero el grupo al que se expuso es en cantidad de personas mucho más pequeño (8 personas) que el grupo con el que se estudió el Boe Bot de Parallax, por lo tanto muy recomendable continuar con el desarrollo de versiones con más capacidad del Krotic..

Se debe mejorar el aspecto de programación y una forma natural es conectarlo con el programador Bicorder resultado del proyecto LuTec, ya que esto simplifica la programación de funciones por parte de los chicos.

Aplicar el Krotic, en su actual versión o en las versiones por venir en cursos universitarios según se muestra en Balch [4] es una herramienta que puede motivar a los estudiantes a participar en proyectos.

Se recomienda montar un plan piloto para realizar un estudio más detallado del desempeño de un modelo con más funciones en ambientes de aprendizaje con mayor población.

Los manuales aún no se encuentran en un lenguaje fácil de entender y diagramas fáciles de reproducir para la población de instructores y padres que no tengan bagaje técnico, por lo que se recomienda invertir tiempo en el desarrollo de dicha documentación.

Referencias

[1] Papert, Seymour. The Children's Machine. N.Y. Books.1992.

[2] Resnick, M;Martin, F; Silverman, B. Programmable brick: Toys to think with. IBM Journal,35. 1996.

[3] Yousuf, Muhamed Ali. Robots in Education.IGI Global. 2009

[4]Balch, Tucker; Summet, Jay; Blank, Doug;...Designing Personal Robots for Education: Hardware, Software and Curriculum. Pervasive Computing, IEEE CS.2008.

[5]Brooks, Rodney. Intelligence without reason. MIT Press. Invited Papers 2000.

[6] Tanenbaum, Andrew. Organización de Computadores. Pearson-Prentice Hall. 4ta edición.

[7] Stallings, William. Organización y Arquitectura de Computadores. Prentice-