Proyecto Simulación-Programación Declarativa

Luis Ernesto Ibarra Vázquez C411

Link al proyecto en Github

Problema

El ambiente en el cual intervienen los agentes es discreto y tiene la forma de un rectángulo de N × M . El ambiente es de información completa, por tanto todos los agentes conocen toda la información sobre el agente. El ambiente puede
varíar aleatoriamente cada t unidades de tiempo. El valor de t es conocido.

Las acciones que realizan los agentes ocurren por turnos. En un turno, los agentes realizan sus acciones, una sola por cada agente, y modifican el medio sin que este varíe a no ser que cambie por una acción de los agentes. En el
siguiente, el ambiente puede variar. Si es el momento de cambio del ambiente, ocurre primero el cambio natural del ambiente y luego la variación aleatoria.

En una unidad de tiempo ocurren el turno del agente y el turno de cambio del
ambiente.

Los elementos que pueden existir en el ambiente son obstáculos, suciedad, niños, el corral y los agentes que son llamados Robots de Casa. A continuación se precisan las características de los elementos del ambiente:

- **Obstáculos**:
    - Estos ocupan una única casilla en el ambiente. Ellos pueden ser movidos, empujándolos, por los niños, una única casilla. El Robot de Casa sin embargo no puede moverlo. No pueden ser movidos ninguna de las casillas ocupadas por cualquier otro elemento del ambiente.
- **Suciedad**:
    - La suciedad es por cada casilla del ambiente. Solo puede aparecer en casillas que previamente estuvieron vacías. Esta, o aparece en el estado inicial o es creada por los niños.
- **Corral**:
    - El corral ocupa casillas adyacentes en número igual al del total de niños presentes en el ambiente. El corral no puede moverse. En una casilla del corral solo puede coexistir un niño. En una casilla del corral, que esté vacía, puede entrar un robot. En una misma casilla del corral pueden coexistir un niño y un robot solo si el robot lo carga, o si acaba de dejar al niño.
- **Niño**:
    - Los niños ocupan solo una casilla. Ellos en el turno del ambiente se mueven, si es posible (si la casilla no está ocupada: no tiene suciedad, no está el corral, no hay un Robot de Casa), y aleatoriamente (puede que no ocurra
      movimiento), a una de las casilla adyacentes. Si esa casilla está ocupada por un obstáculo este es empujado por el niño, si en la dirección hay más de un obstáculo, entonces se desplazan todos. Si el obstáculo está en una

posición donde no puede ser empujado y el niño lo intenta, entonces el obstáculo no se mueve y el niño ocupa la misma posición.
    - Los niños son los responsables de que aparezla suciedad. Si en una cuadrícula de 3 por 3 hay un solo niño, entonces, luego de que él se mueva aleatoriamente, una de las casillas de la cuadrícula anterior que esté vacía puede haber sido ensuciada. Si hay dos niños se pueden ensuciar hasta 3. Si hay tres niños o más pueden resultar sucias hasta 6.
    - Los niños cuando están en una casilla del corral, ni se mueven ni ensucian.
    - Si un niño es capturado por un Robot de Casa tampoco se mueve ni ensucia.
- **Robot de Casa**:
    - El Robot de Casa se encarga de limpiar y de controlar a los niños. El Robot se mueve a una de las casillas adyacentee, las que decida. Solo se mueve una casilla sino carga un niño. Si carga un niño pude moverse hasta dos casillas consecutivas.
    - También puede realizar las acciones de limpiar y cargar niños. Si se mueve a una casilla con suciedad, en el próximo turno puede decidir limpiar o moverse. Si se mueve a una casilla donde está un niño, inmediatamente lo carga. En ese momento, coexisten en la casilla Robot y niño.
    - Si se mueve a una casilla del corral que está vacía, y carga un niño, puede decidir si lo deja esta casilla o se sigue moviendo. El Robot puede dejar al niño que carga en cualquier casilla. En ese momento cesa el movimiento del Robot en el turno, y coexisten hasta el próximo turno, en la misma casilla, Robot y niño.

Objetivo

El objetivo del Robot de Casa es mantener la casa limpia. Se considera la casa limpia si el 60 % de las casillas vacias no están sucias.

Aplicación

La aplicación es un paquete del gestor de Haskell **stack**. Se usó Haskell *8.10.7* y no la versión más reciente en el momento por problemas de compatibilidad con las herramienta usadas en el desarrollo de esta.

Instalación

1. Instalar **stack**
    - Referirse a la documentación para instalar el gestor en dependencia del sistema operativo que se use.
2. Descargar la versión de Haskell necesaria
    - **stack setup 8.10.7**

Ejecutar aplicación

1. Abrir consola en la carpeta raíz del proyecto
2. Ejecutar **stack run**

Modelo del problema

Para el problema se crearon tres tipos fundamentales:

- Environment:
    - Encargado de guardar toda la información necesaria que necesita ser preservada a lo largo de las iteraciones.

- Agent:
    - Es todo lo que puede interactuar con un ambiente.
- Action:
    - Representa el deseo de los agentes de modificar el ambiente de acuerdo al tipo de acción.

Environment

Estructura:

- height: Altura del tablero
- width: Ancho del tablero
- ranGen: Próximo generador random a usar
- currentTurn: Turno actual de la simualción
- shuffleTurnAmount: Cada cuantos turnos se hace el cambio aleatorio en el ambiente
- currentIdPointer: Puntero de id actual, usado a la hora de otorgarle id a los nuevos agentes que se añaden al ambiente.
- agents: Lista de agentes presentes en el tablero

Agent

Para simplificación del modelo se asume que todo lo que está en el ambiente es un agente. Los obstáculos, suciedad, corral y otros elementos no inteligentes se modelan como agentes cuya interacción con el ambiente es nula.

Estructura:

- agentType: Estructura que define el tipo de agente, puede ser:
    - Obstacle
    - Dirt
    - Playpen
    - Baby
    - Robot
- posX: Posición de la columna del agente
- posY: Posición de la fila del agente
- agentId: Id del agente,
- state: Estado en el que se encuentra el agente, puede ser:
    - EmptyState
    - RobotState: Este estado es el usado por los robots para conocer que agente se tiene cargado.

Interacción:

La interacción del agente sobre el ambiente se ve dado por las acciones que este quiere ejecutar sobre el ambiente. En la teoría sobre agentes, este devuelve una sola acción, en la aplicación se considera que un agente devuele una lista de acciones, esto es para simplificar la implementación y no da conflictos con el marco teórico en que se basa.

La función **getAgentActions** es la encargada de dado un ambiente y un agente, devolver el conjunto de acciones que desea realizar este agente sobre el ambiente.

Action

Todas las acciones comparten que tienen como propiedad el agente que las quiere realizar. Además de información específica sobre la acción particular que se vaya a realizar

Estructura (Además de la propiedad *agente*):

- Clean, PickBaby, LeaveBaby, CreateDirt: No tienen otro estado adicional
- Move:
    - destination: Destino a donde se desea mover el agente.

Interacción:

La función **getEnvFromAction** es la encargada de dado una acción y un ambiente devolver al ambiente modificado a partir de esta acción.

Simulación

La simulación se puede ver como un ciclo en el cual se va actualizando el ambiente con las diferentes acciones que desean realizar los agentes sobre este. Un turno se considera una iteración del ciclo, en el que suceden:

1. Cambio de los agentes al ambiente
    - Para preservar el orden estipulado en el problema, primero se realizan los cambios de los robots y luego los cambios de los demás agentes que son considerados parte del ambiente.
2. Cambio aleatorio del ambiente
    - En caso de que no le toque el cambio aleatorio, devuelve el mismo ambiente.
    - El cambio aleatorio consiste en un reordenamiento de todos los elementos del ambiente, así como un reseteo del estado de estos.

Estrategia:

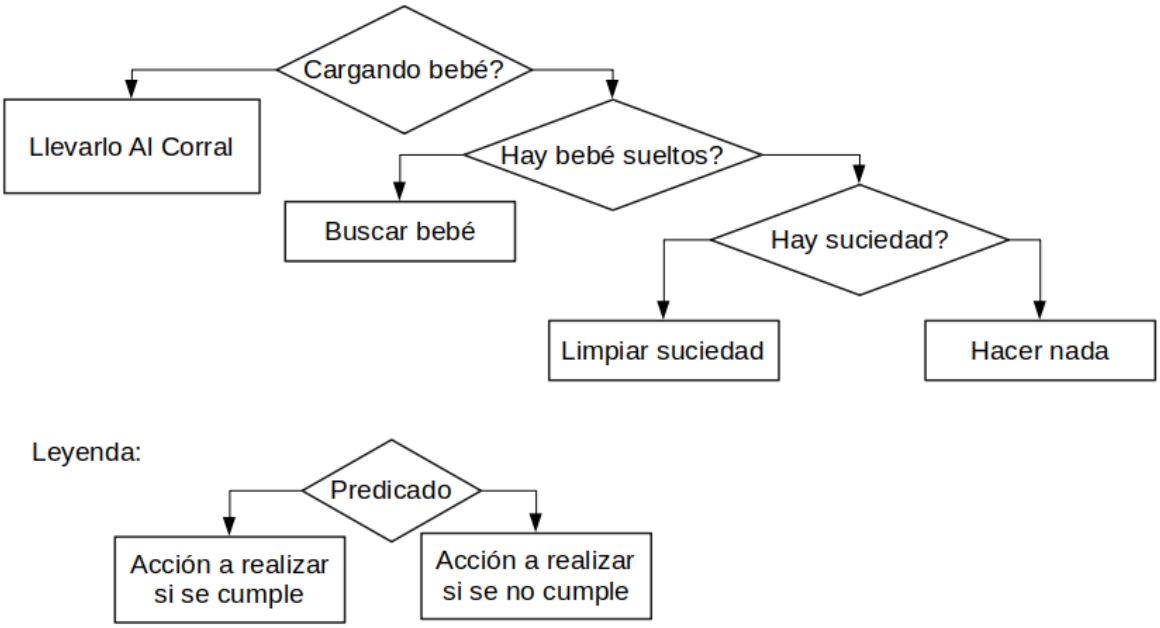
El objetivo del los robots es mantener el agente ambiente limpio a un 60%. La estrategia que se realiza está encaminada a limpiar completamente la casa, la cual, si se logra se estaría cumpliendo la tarea inicial.

Características no descritas en el problema inicial necesarias de esclarecer. Se asume que:

- Los robots no pueden limpiar mientras cargan un niño.

Estrategia:

- Ideas:
    - Los bebés son los causantes de la suciedad, por lo tanto es prioridad para el objetivo del agente tener a los bebés en un estado en el cual no puedan causar suciedad
- Comportamiento:
    1. Si se tiene cargado a un bebé llevarlo al corral
    2. Si hay bebés sueltos buscar al bebé y cargarlo
    3. Si hay suciedad buscar la suciedad y limpiar



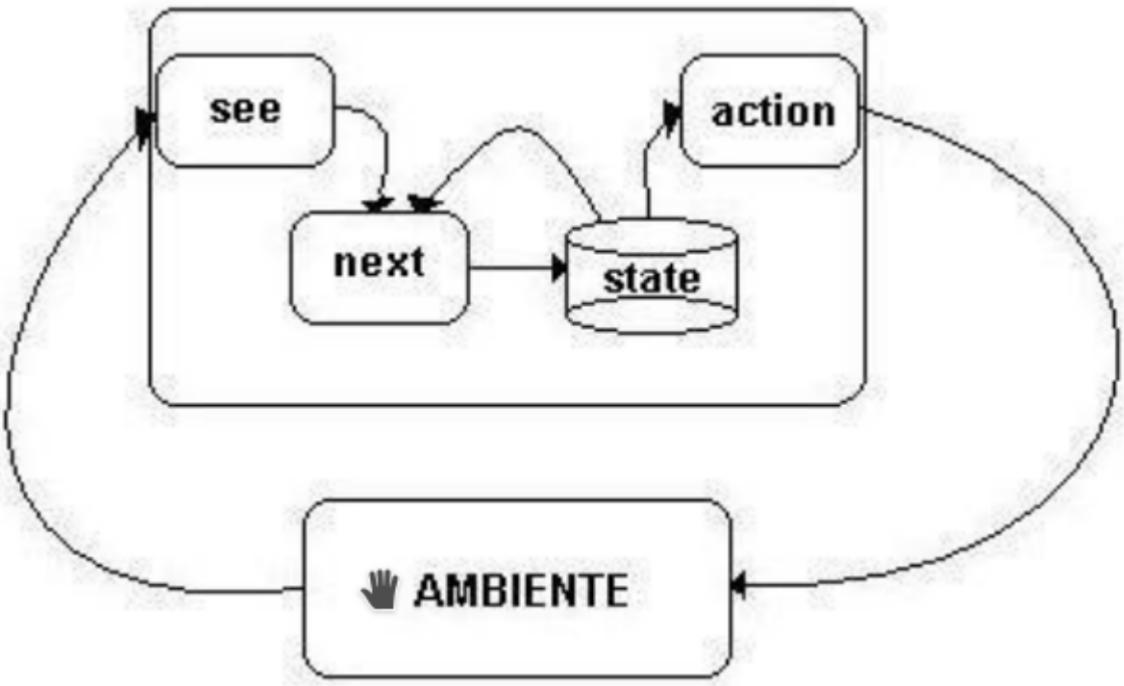
Comportamiento random:

Se realizó el comportamiento aleatorio del robot, de manera tal que elija entre una de las acciones en la estrategia inicial.

Estas estrategias se implementaron usando dos distintos tipos de arquitecturas estudiadas.

Arquitectura

Arquitectura de Agentes



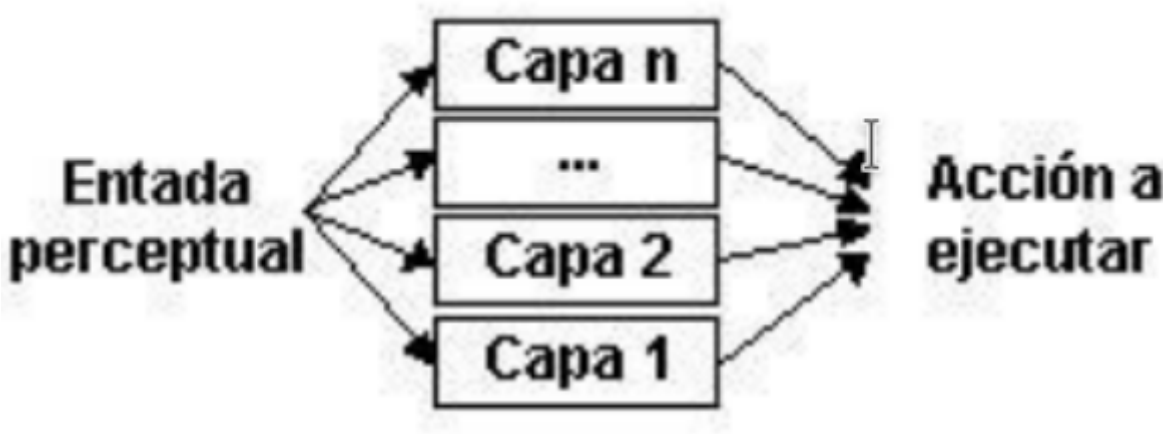
Los agentes se modelaron como agente puramente reactivos con estados. La función *see*, se considera innecesaria ya que las percepciones del agente del ambiente es el mismo ambiente, la función de los agentes se observan en *AgentEnv.hs* en la sección **AGENT TYPE GET ACTIONS**, la cual encapsula las funciones *next* y *action* de la arquitectura propuesta.

Arquitectura de Brook

Para la entrega de tareas se abordaron dos opciones, usar una función de utilidad para evaluar el ambiente si el agente realizaba ciertas acciones y elegir entre ellas el mejor, o usar la propuesta de Arquitectura de Brook para este objetivo. La primera opción se vio más compleja de implementar e ineficiente, ya que requiere realizar muchas búsquedas sobre los posibles movimientos del agente y el estado en el que deja el ambiente y también realizar una función que puede ser relativamente compleja para la evaluación.

El problema de entregarle tareas a los agentes se implementó finalmente usando la propuesta de la Arquitectura de Brooks, en la cual se definió un comportamiento para cada agente mediante una lista de tuplas de predicados y función de acción, en la cual el primero predicado que se cumplía realizaba su acción correspondiente sobre el sistema, cumpliendo así la relación binaria de inhibición mencionada en la arquitectura (Ver *BrookBehaviorUtils.hs*).

Arquitectura Horizontal por Capas



(a) Capas horizontales

Para esta arquitectura se usó una sola capa horizontal y una función mediadora. La capa horizontal posee todas las acciones que puede realizar el agente, luego este conjunto de posibles acciones se le pasa a la función mediadora para que esta elija las acciones finales que ejecutará el agente (Ver *LayerBehaviorUtils.hs*).

Implementación Haskell

Para la implementación del modelo anterior en Haskell se crearon estructuras para conformar las definiciones de Environment, Agent, AgentType y Action. Sobre estas estructuras se implementaron diferentes funciones que las manipulaban hasta lograr el resultado deseado. En la mayoría de las funciones se pasa la instancia actualizada del ambiente para poder trabajar sobre este. Para la implementación de los randoms fue necesario modificar el ambiente en la

sección se generación de acciones, en las cuales solo se modificó la propiedad del ambiente *randGen*, ya que en esta sección no se debe algún cambio relacionado con otra estructura del ambiente.

Para cambiar el comportamiento de los robots ir a *AgentEnv.hs* en la sección **AGENT TYPE GET ACTIONS**.

Para cambiar las características iniciales del ambiente ir a *Main.hs* en la sección **Initial Configuration**.

Estructura del proyecto

El proyecto se estructuró en diferentes módulos de acuerdo a las diferentes responsibilidades de cada uno.

- Main.hs:
    - Define la configuración inicial de la simulación.
    - Define la función de entrada y el ciclo principal de la aplicación.
- Agents.hs:
    - Define los tipos de datos relacionados con los agentes y las acciones que realizan estos.
    - Define funciones auxiliares simples para el manejo de estos tipos de datos con mayor facilidad.
- Environment.hs:
    - Define el tipo de dato Environment.
    - Define funciones auxiliares simples para el manejo de los ambientes y predicados sencillos que interacúan sobre estos.
- AgentEnv.hs:
    - Define las funciones de intercción del ambiente con los agente y las acciones
    - Define la lógica del cambio aleatorio del ambiente
- BrookBehaviorUtils.hs:
    - Define la función de selección de comportamiento de la Arquitectura de Brook
- BehaviorUtils.hs:
    - Define funciones de utilidad para la aplicación de las acciones sobre el ambiente
- BrookBehaviorRobot/BehaviorBaby.hs:
    - Define el comportamiento del agente respectivo mediante una lista de tuplas de predicados contra función que devuelve las acciones a realizar el agente.
    - Define funciones auxiliares para los predicados y las funciones que devuelven las acciones de los respectivos agentes.
- LayerBehaviorUtils.hs:
    - Define la función de selección de comportamiento de la Arquitectura Horizontal de una Capa
- LayerBehaviorRobot:
    - Define el comportamiento del robot mediante la arquitectura de capas.
- InitialStates.hs:
    - Define algunos estados iniciales de la simulación.
    - Define la lógica para crear ambientes aleatoriamente.
- RandomUtils.hs:
    - Lógica del uso de randoms.

Principales funciones

Entre las funciones principales a tener en cuenta, se encuentran:

- agentBfs (BehaviorUtils.hs): Función muy utilizada en la definición de los comportamientos que te permite obtener una lista de los agentes alcanzables por un agente y el camino encontrado por BFS hacia este.
- interactAllAgent (AgentEnv.hs): Encargada de devolver el ambiente luego de la interacción de los agentes con él. Hace el equivalente de un doble *for* en los lenguajes imperativos auxiliándose de la función **foldl**.
- brookAgent (BrookBehaviorUtils.hs): Encargada de definir el comportamiento de un agente dado una lista de tuplas de predicado y función que devuelve acciones a realizar por el agente que funciona como el comportamiento de este. Su modo de uso es definirla parcialmente con el comportamiento que se desee. Ver AgentEnv.hs sección **AGENT TYPE GET ACTIONS**.
- horizontalLayeredAgent (LayerBehaviorUtils.hs): Encargada de definir el comportamiento de un agente mediante la arquitectura de capa horizontal. Toma una lista de función generadora de acciones y una función seleccionadora de acciones encargada de seleccionar la acción final, además del ambiente y el agente y finalmente devuelve las acciones a realizar por el agente. Su modo de uso es definirla parcialmente con el comportamiento que se desee. Ver AgentEnv.hs sección **AGENT TYPE GET ACTIONS**.

Resultados

Según las dos arquitecturas propuestas y la estategia pensada la Arquitectura de Brook resultó ser la más fácil de implementar, además de ser más legible. Esta se desempeña de mejor manera que la implementación hecha para la Arquitectura de Capa Horizontal, ya que debido a la naturaleza de la estrategia esta última arquitectura tiene dificultad a la hora crear una función de selección que pueda seguir la estrategia señalada y por lo tanto en varios casos no toma una decisión buena. La implementación de un comportamiento aleatorio en ambas arquitecturas es relativamente sencillo.

Dada la estrategia el ambiente se logra limpiar eventualmente la mayoría de los casos, a no ser que ocurra que algún obstáculo bloquee alguna suciedad. En este caso el comportamiento no satisface que se puedan limpiar las casillas inaccesibles, incluso, puede que no haya manera de limpiarlas.

El papel de la longitud del cambio natural toma un rol importante ya que si es muy corto los robots no tendrán tiempo de guardar a los niños y limpiar. También la saturación de niños influye en la cantidad de suciedad en el ambiente pero mientras más sucio menos movimiento tiene el niño, por lo que se le hace al robot más fácil atraparlo.