El Modelo Dinámico de OMT
(complemento al material del libro [Rumbaugh 91])

Soraya Abad Mota

20 de noviembre de 2003

1. Motivación

En muchas ocasiones se ve la necesidad de modelar aspectos temporales a partir de un universo de discurso o planteamiento de un problema. El modelo ER extendido y el modelo de objetos de OMT sólo permiten el modelaje de aspectos estáticos de los datos, por ejemplo, permiten modelar cuáles son los objetos de interés y sus interrelaciones. Suponga el problema de la Dirección de Identificación y Extranjería. En la figura 1 se muestra un subconjunto del esquema conceptual de la DIEX que se concentra en los trámites realizados en las oficinas y en los pasaportes.

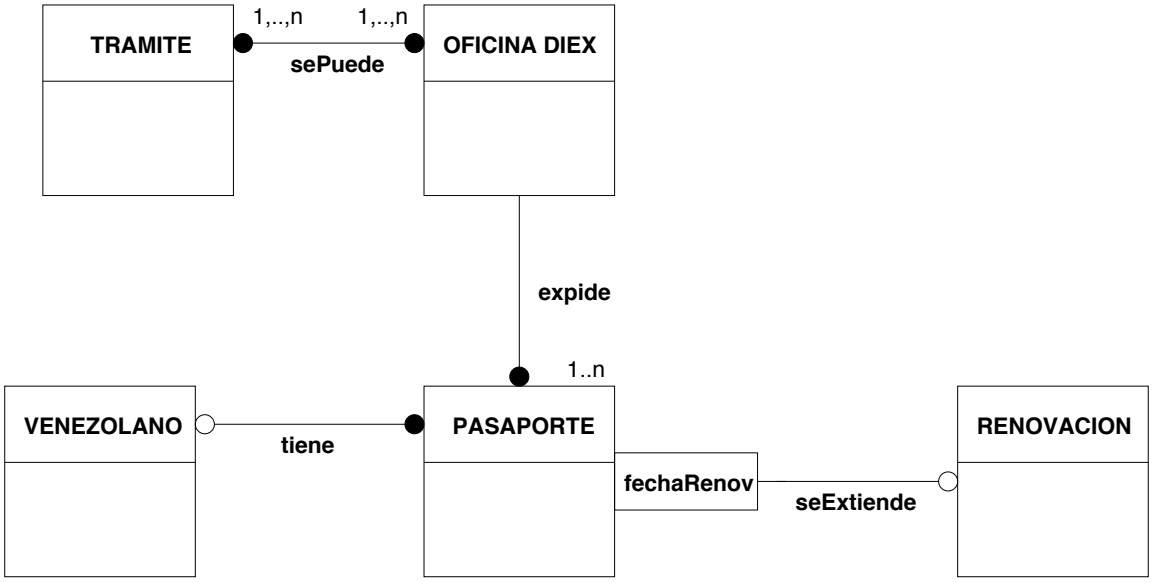

Figura 1: Subconjunto del Esquema Conceptual de la DIEX en OMT

Los atributos de las clases de la figura 1 son:

OFICINA DIEX (nombre-oficina, ubicacion, nombre-jefe)
TRAMITE (nombre-tramite, dias-en-que-se-hace, cod-planilla-usada)

PASAPORTE (nro-pasaporte, fecha-expedicion, fecha-vence, ciudad-expedicion, estatus)
RENOVACION (fecha-tramite-renovacion, fecha-hasta)
VENEZOLANO (CI, nombre, fecha-nac, direccion)

A cada oficina de la DIEX se le asigna un lote de pasaportes vacíos, lo único que los identifica es el número perforado en cada una de sus páginas. Cuando un ciudadano de nacionalidad venezolana llega a una oficina de la DIEX para solicitar un nuevo pasaporte, la oficina usa uno de los pasaportes vacíos que tenga a su disposición y se lo asigna al ciudadano, colocando para ello en el pasaporte, los datos de ese ciudadano, los timbres fiscales necesarios y las firmas y sellos que se requieran. En el esquema de la figura 1 se utilizó la clase PASAPORTE para representar los datos de los pasaportes físicos, en esa clase tienen cabida tanto los pasaportes vacíos que están asignados a una oficina y no están asociados con ningún ciudadano, como los pasaportes llenos que se le asignan a los venezolanos. Sin embargo, la secuencia que comienza con un pasaporte vacío, el cual reside en una oficina de la DIEX, luego tiene datos de un venezolano, se le asigna a ese venezolano, se vence y puede ser renovado, no se puede representar con el entonces modelo de objetos, pero si se puede representar con el *modelo dinámico* de OMT. En la figura 2 se encuentra el bosquejo de un diagrama de estados posible para el ciclo de vida de un pasaporte, descrito en las líneas anteriores. El estado inicial de un pasaporte es el estar *vacío*, se llena cuando se le asigna a un venezolano y luego hay varios escenarios posibles para cada pasaporte.

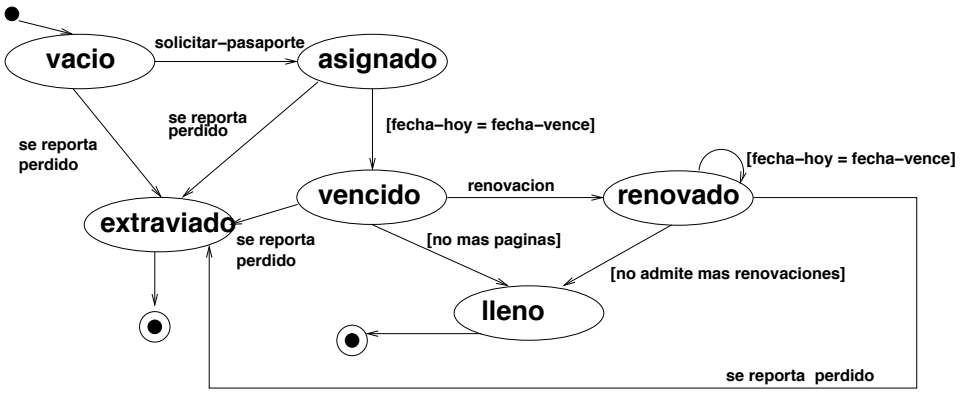

Figura 2: Diagrama de estados para la clase PASAPORTE

El formalismo base que se utiliza en el *modelo dinámico* de OMT para representar la secuencia de situaciones que le pueden ocurrir a los objetos de una clase, cuyo ejemplo se mostró en la figura 2 es el del *diagrama de estados*. En el ejemplo que nos ocupa, se dice que la clase PASAPORTE tiene comportamiento diámico relevante y se construye un diagrama de estados para ella. Este diagrama describe los *estados* en los cuales puede estar un pasaporte y ante cuáles eventos reaccionan los pasaportes, la reacción a un evento puede ser un cambio de estado o el cálculo de valores de atributos del objeto, entre otros.

2. Conceptos para representar dinamismo

El propósito de esta sección es aclarar y precisar los conceptos del Modelo Dinámico de OMT, como aparece en el libro [Rumbaugh 91] de la bibliografía del curso CI5311.

Evento. algo que ocurre en un momento del tiempo, para efectos del modelo es algo que ocurre instantáneamente, es decir, no tiene duración. Para enumerar los eventos importantes en un problema se utilizan escenarios y trazas (traces) que reproducen la secuencia de eventos de los escenarios y muestran a los actores involucrados.

Los eventos pueden tener atributos asociados, por ejemplo si la salida de un vuelo de un aeropuerto es un evento, este evento tiene como atributos asociados el número de vuelo y la aerolínea. El tiempo de ocurrencia es un atributo implícito de todo evento.

Estado. abstracción de los valores de los atributos y de los enlaces de un objeto. A los estados es importante caracterizarlos con su nombre, descripción, secuencia de eventos que pueden conducir al objeto a ese estado, condición que caracteriza al estado, eventos aceptados en ese estado y a cuáles estados se puede llegar desde éste.

El *evento* y el *estado* son conceptos duales; un evento es el instante de tiempo entre dos estados; un estado es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos eventos a los cuales reacciona el objeto.

Un estado tiene duración y se asocia con una actividad continua o una actividad que se toma un tiempo para completarse. Un estado a menudo se asocia con una propiedad del objeto cuyo valor cumple con cierta condición. Por ejemplo, el estado líquido del agua está asociado con la condición de que la temperatura del agua esté entre O y 100 grados centígrados. Al definir un estado, ignoramos los atributos del objeto que no afectan el comportamiento dinámico del objeto.

Diagramas de estado. Grafo dirigido donde los nodos son los estados y los arcos indican transiciones de estado, en el grafo se destacan el estado inicial y el(los) estado(s) finales. Los diagramas relacionan los estados de una clase de objetos con los eventos, cada arco del diagrama está marcado (etiquetado) por un evento y también se le puede asignar una condición de guardia, es decir, la transición marcada por el evento, se da en el objeto descrito, si ocurre el evento y además se cumple la condición de guardia.

Disparo de una transición. Suponga una transición como se muestra en la figura 3. Cuando el evento **e** ocurre y se cumple la condición **c**, se dice que la transición etiquetada por **e** dispara y se da un cambio de estado en el objeto que instancia este diagrama de estado, del estado A al estado B. Adicionalmente, al ocurrir el evento **e** y antes de dispararse la transición, se ejecuta la **accion** especificada con el evento.

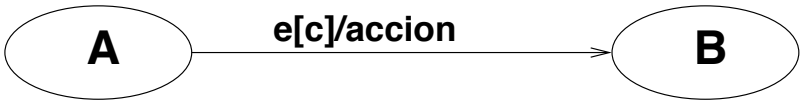

Figura 3: Notación para una transición

Transiciones Automáticas. Es aquella que no está etiquetada por ningún evento y se dispara tan pronto concluye la actividad del estado del cual sale. Si un estado en un diagrama posee varias transiciones automáticas de salida, debe garantizarse que en cada situación del objeto sólo hay una transición posible, esto se logra asociando a cada transición automática una condición, de modo que las condiciones de todas las transiciones automáticas del estado sean disjuntas. En otras palabras, cuando el objeto

se encuentra en ese estado, está unívocamente determinada cuál de las transiciones automáticas debe disparar.

Evento Implícito. Para comprender mejor las transiciones automáticas son útiles algunos eventos que ocurren implícitamente. Por ejemplo, el cambio del valor de un atributo o propiedad genera un evento implícito, si existe una transición cuya condición de guardia es una condición sobre ese atributo o propiedad que cambió, el cambio puede hacer que la condición cambie a verdadero, en cuyo caso, se dispara la transición custodiada por esa condición. Otro ejemplo muy frecuente de evento implícito es el transcurso del tiempo. La condición de guardia de una transición puede ser que la fecha de hoy sea igual a una fecha que es un atributo del objeto, al llegar la fecha especificada, la condición se hace verdadera y esa condición se verificó porque hubo un evento implícito que fue el transcurso del tiempo, el cual alcanzó la fecha especificada.

Operaciones. En la descripción de los aspectos dinámicos de un objeto es útil representar algunas cosas como operaciones. Estas operaciones ayudan a describir lo que hace un objeto como respuesta a los eventos. Las operaciones pueden estar asociadas a estados o a transiciones y su ejecución se hace en respuesta al estado o la transición, respectivamente. Hay dos tipos de operaciones fundamentales, las cuales se describen a continuación:

- Actividad: es una secuencia de pasos relacionada con el estado de un objeto, se puede decir que el objeto realiza esa actividad mientras se encuentra en ese estado. Una actividad puede ser continua, esto significa que el objeto no deja de realizarla mientras esté en ese estado; una actividad también puede ser secuencial, necesitar una serie de pasos para cumplirla y una vez completada el objeto deja de ejecutarla. Lo relevante de las actividades con respecto al diagrama de estados de un objeto, es que es importante considerarlas para describir el comportamiento dinámico del objeto en cuestión y se describen al nivel de detalle que sea necesario, para comprender lo que debe hacer el objeto mientras se encuentre en el estado asociado a la actividad.
- Acción: es una operación instantánea (para efectos del modelo dinámico) que se asocia con un evento, al cual reacciona el objeto dentro de cuyo diagrama de estados aparece la acción. A diferencia de las actividades, las acciones no se deben modelar en detalle, sólo importa que el objeto donde se encuentra enmarcada la acción la cause. Es importante destacar que una acción especificada en un diagrama de estados, puede ser un evento detectado por otro objeto, por lo cual, aparece como evento que etiqueta una transición del diagrama de estados de ese otro objeto.
  - Acción de entrada (*entry action*): es aquella acción que se ejecuta tan pronto se entra al estado donde está especificada esta acción.
  - Acción de salida (*exit action*): es aquella que se ejecuta inmediatamente antes de salir del estado donde está especificada.
  - Acción interna: un evento puede causar la ejecución de una acción sin que haya un cambio de estado. Esto se logra colocando el evento dentro de la burbuja que corresponde a un estado y asociado a ese evento, con un "/" se coloca la acción interna. Véase la figura 5.21 de la página 102 del libro para la notación de estas acciones dentro de un estado.

Envío de Eventos. Un objeto puede realizar la operación de enviar un evento a otro objeto, de hecho los objetos de un modelo dinámico interactúan con el intercambio de eventos. La acción descrita por la siguiente frase: *"send E(atributos)"* envía el evento *E* con los valores contenidos en *atributos*. El objeto que contiene esta acción, puede enviarlo explícitamente a un objeto, o el objeto que lo recibe puede estar implícito, pues en el diagrama de estados del objeto que recibe existe una transición etiquetada por el evento *E*.

2.1. Ejemplo de un modelo dinámico financiero

En las figuras 4, 5 y 6 se muestran los diagramas de estado de las clases cajero automático, banco y consorcio, respectivamente. Estas clases pertenecen al modelo de objetos financiero que se presenta en el libro [Rumbaugh 91], en el capítulo 8.

Los diagramas que se presentan en estos apuntes han sido ligeramente modificados con respecto a los que aparecen en el libro, para dar mayor precisión al modelo dinámico. Para verificar y entender estas modificaciones es útil comparar los diagramas de estado del libro con los presentados a continuación.

Consideremos, en primer lugar, la figura 4. El estado marcado con el número **3**, en la versión original del libro de este diagrama, tenía como actividad algo llamado "verify account" que luego aparecía como un evento detectado por la clase Consortium. Esto no es muy claro, pues se estaba haciendo corresponder una actividad que tiene duración con un evento que es una operación instantánea. Es más claro, describir esto como se expresa en la figura 4, donde en la actividad del estado marcado con **3** sea la de enviar el evento "verify account" a la clase Consortium. Algo análogo ocurre para el estado etiquetado con **6** en el mismo diagrama 4 y con los estados **1** y **3** del diagrama de la figura 6.

En los diagramas modificados para este documento, es más apropiado encontrar eventos en un diagrama que tienen el mismo nombre de una acción en otro diagrama. Esto significa que la acción es generada por un objeto y que esa acción se refleja en el primer diagrama como un evento al cual reacciona el otro objeto.

Adicionalmente, nótese que en los diagramas existen varias condiciones que custodian transiciones, que no están muy claramente especificadas, por ejemplo, en la figura 5, hay condiciones denominadas *failure* y *success*, esto quiere decir que el estado de donde salen estas transiciones, en el cual se realiza la actividad *update account*, automáticamente va a la transición custodiada por *failure* si el resultado de la actividad es una falla, o dispara la otra transición, si el resultado de la actividad es exitoso.

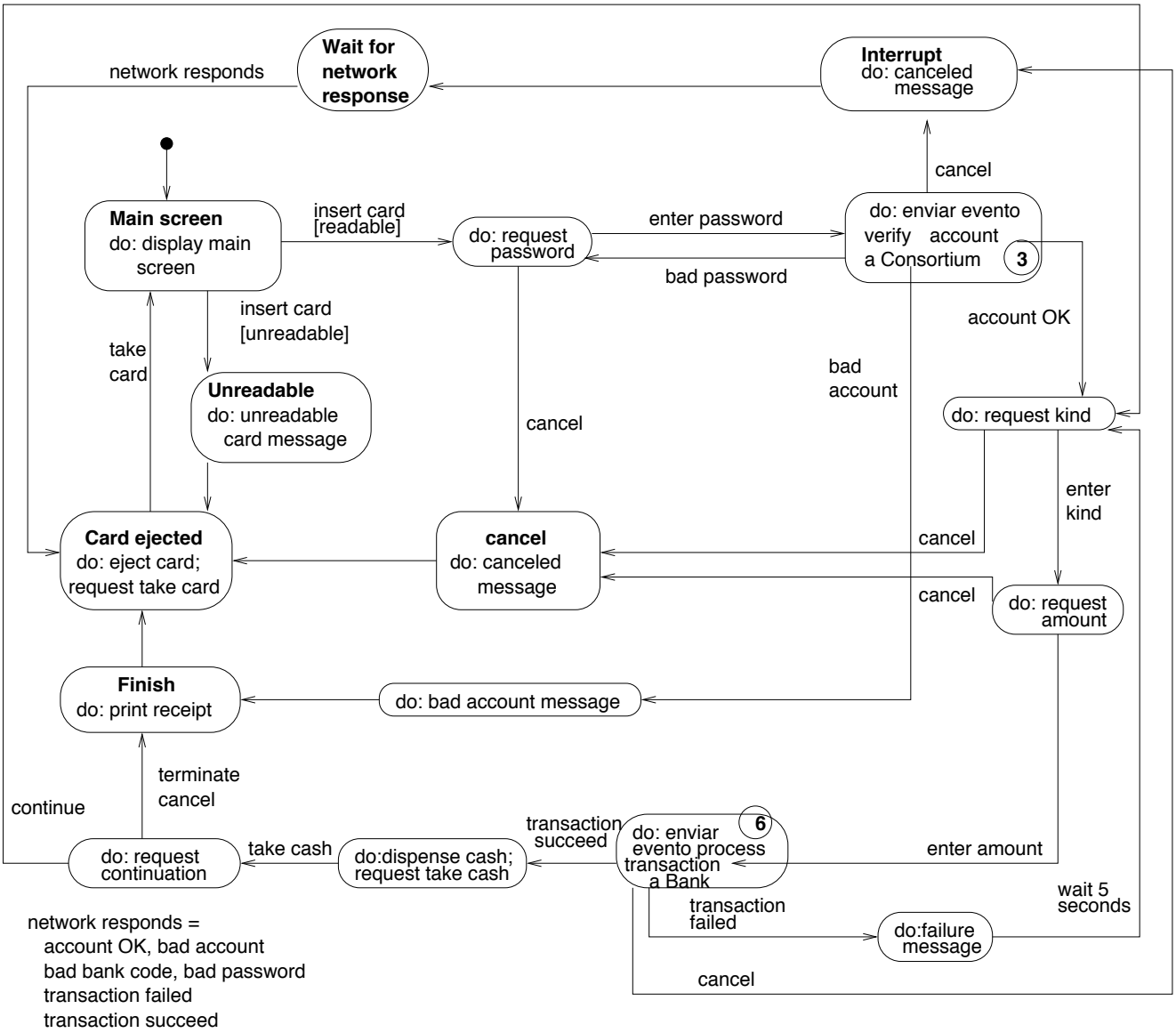

Figura 4: Diagrama de Estados para la clase ATM

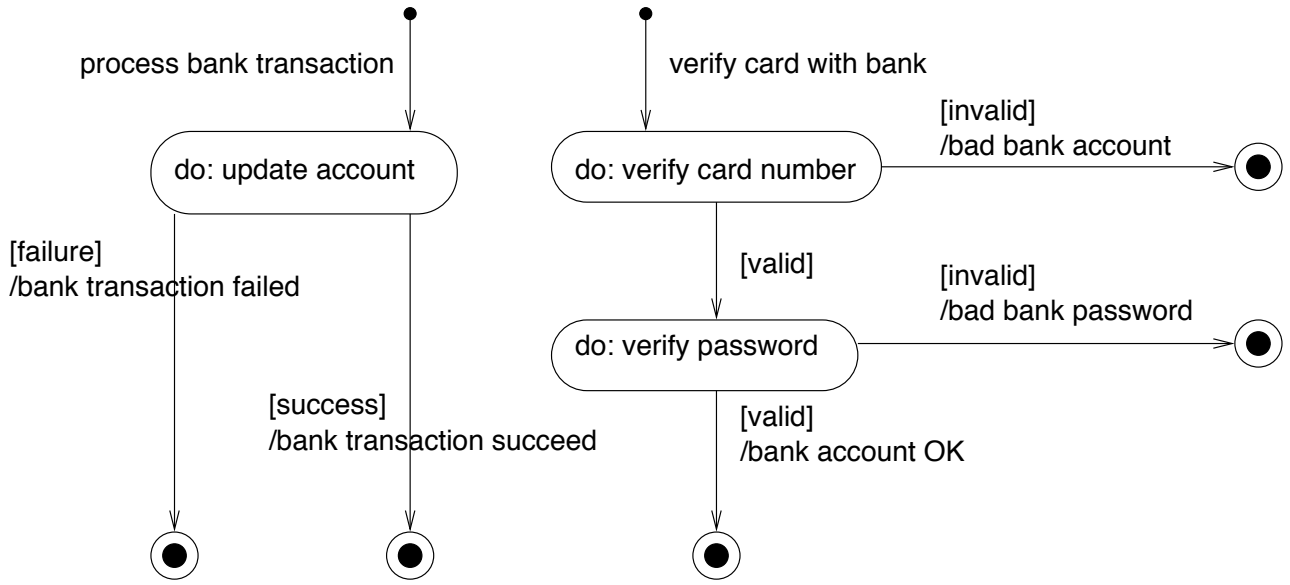

Figura 5: Diagrama de Estados para la clase Bank

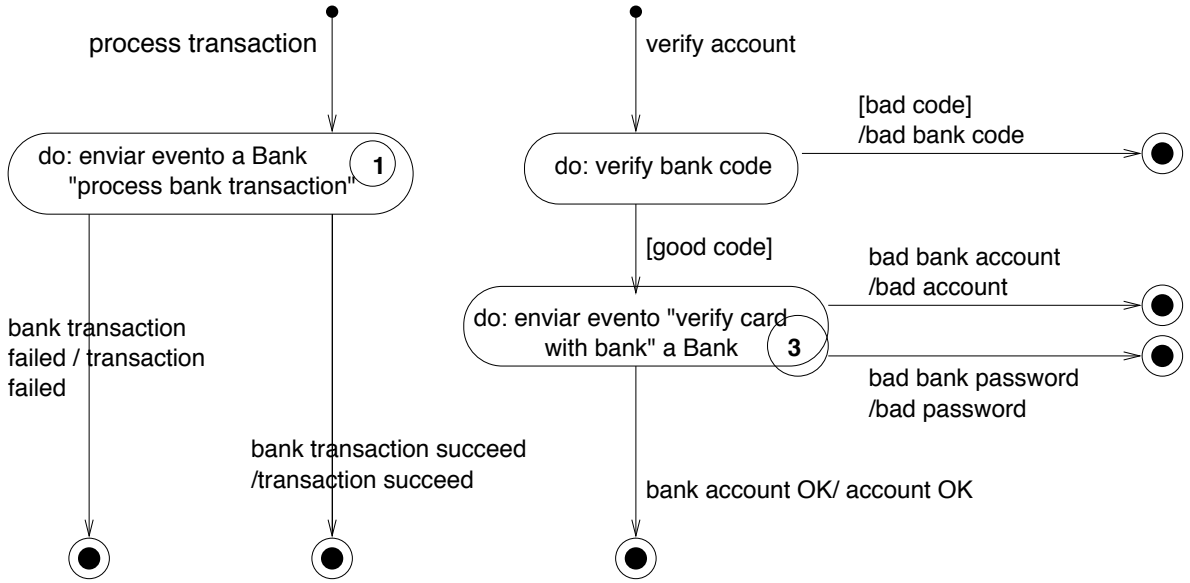

Figura 6: Diagrama de Estados para la clase Consortium