2da. Evaluación Parcial – 14 de junio de 2021 Nombre: ....

Ingeniería de Software II

Ejercicio 1. Considere una relación binaria R y las siguientes definiciones

a. R es *súperintrospectiva* sii $\forall a, b : (a, a) \in R \Rightarrow (a, b) \notin R$

b. R tiene un *psicólogo de narcisistas* sii $\exists a : \forall b : (a, b) \in R \Rightarrow (b, b) \in R$.

c. R tiene un *nodo popular* sii $\exists a : \forall b : (a, b) \in R \land (b, a) \in R$.

Determine cuál de los siguientes axiomas caracterizan a cada una de las propiedades anteriores y cuál a ninguna.

I. $\mathsf{univ} \subseteq \mathsf{univ} \cdot (\overline{R \cdot (\overline{(\mathsf{iden} \mathbin{\&} R) \cdot \mathsf{univ}})})$

II. $R \mathbin{\&} \mathsf{iden} \subseteq \overline{R}$

III. $\mathsf{univ} \subseteq \mathsf{univ} \cdot (\overline{(\overline{R \mathbin{\&} {\sim}R}) \cdot \mathsf{univ}})$

IV. $R \subseteq (\mathsf{iden} \mathbin{\&} \overline{R}) \cdot \mathsf{univ}$

En todos los casos justifique la respuesta.

Ejercicio 2. Se desea modelar en Alloy un sistema de administración de aerolíneas aéreas y su sistema de alianzas. Un esquema parcial se muestra en la Fig. 1. Cada aerolínea posee un conjunto de vuelos, cada uno con su respectiva ciudad de origen y destino. Además cada vuelo tiene un horario de partida y otro de arribo. A su vez, una alianza está definida por el conjunto de aerolíneas que la componen. Es importante que el número de vuelo (`VueloID`) sea universalmente único y esté claramente definido. Por lo tanto deberá asegurar que:

```
sig VueloID, Ciudad, Horario {}

sig Alianza {}

sig Aerolinea {
  rutadirecta: VueloID -> Ciudad -> Ciudad,
  partidas: VueloID -> Horario,
  arribos: VueloID -> Horario,
  socio: Alianza
}{
    ...
}
```

Figura 1:

(a) para cada aerolínea, cada vuelo tiene una única ruta directa asociada (i.e. una única ciudad de origen y una única ciudad de destino), un único horario de partida, y un único horario de llegada,

(b) ninguna aerolínea puede tener parcialmente definidos los vuelos, es decir, si el número de vuelo corresponde a una aerolínea dada, entonces todos sus parámetros deben estar definidos,

(c) una aerolínea puede ser socia de a lo sumo en una alianza, y

(d) los números de vuelo son globalmente únicos, es decir, dos aerolíneas distintas no pueden tener el mismo número de vuelo.

Complete los tres puntos de la definición de `Aerolinea`, modifique la signatura, y/o agregue los hechos (`facts`) necesarios para asegurar que las condiciones anteriores se satisfagan. Defina además:

(e) Un predicado que, dada una aerolínea, una ciudad de origen, y una de destino, determine si es posible construir una ruta (no necesariamente directa) entre dichas ciudades.

(f) Una función que, dada una alianza, una ciudad de origen, una de destino, y un horario de partida, retorne todos los números de vuelos que tienen ruta directa entre dichas ciudades en el horario indicado.

En la manera de lo posible trate de utilizar manipulación a nivel de relaciones. Eso simplificará muchos de los ejercicios.

Ejercicio 3.

(a) Utilizando el algoritmo de orden lineal dado en clase convierta la siguiente fórmula a otra en forma normal conjuntiva equisatisfactible:

$$(Q \leftrightarrow R) \wedge \neg(P \wedge Q).$$

(b) Utilice el algoritmo DPLL con las optimizaciones dichas en clase para verificar que la fórmula en CNF dada a continuación es satisfactible. Dé el modelo que haya encontrado.

$$\begin{aligned} Y \;&\wedge\; (\neg Y \vee \neg X \vee W) \wedge (X \vee Y) \wedge (\neg W \vee Y) \\ &\wedge\; (\neg X \vee U) \wedge (\neg X \vee R) \wedge (\neg U \vee \neg R \vee X) \\ &\wedge\; (\neg W \vee \neg S \vee T) \wedge (S \vee W) \wedge (\neg T \vee W) \\ &\wedge\; (\neg U \vee \neg Q) \wedge (Q \vee U) \\ &\wedge\; (\neg Q \vee M) \wedge (\neg Q \vee N) \wedge (\neg M \vee \neg N \vee Q) \\ &\wedge\; (\neg R \vee N \vee M) \wedge (\neg N \vee R) \wedge (\neg M \vee R) \\ &\wedge\; (\neg S \vee \neg M) \wedge (M \vee S) \\ &\wedge\; (\neg T \vee P \vee N) \wedge (\neg P \vee T) \wedge (\neg N \vee T) \end{aligned}$$

(c) Note que si $\mathsf{Rep}(\phi) \wedge \bigwedge_{\psi \in \mathsf{Sub}(\phi)} \mathsf{En}(\psi)$ es la fórmula equisatisfactible a ϕ obtenida con el algoritmo dado en clase, entonces $\neg\mathsf{Rep}(\phi) \wedge \bigwedge_{\psi \in \mathsf{Sub}(\phi)} \mathsf{En}(\psi)$ es equisatifactible a $\neg\phi$. ($\mathsf{Sub}(\phi)$ es el conjunto de todas las subfórmulas de ϕ.)
La fórmula del inciso (b) proviene de aplicarle el algoritmo de conversión a CNF equisatisfactible a una fórmula ϕ (no es importante cual). Sabiendo lo observado anteriormente, utilice esto para determinar usando DPLL si esa fórmula ϕ es válida.