Algoritmos y Estructuras de Datos II

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Trabajo Práctico I

Grupo: 12

Integrante	LU	Correo electrónico
Pondal, Iván	078/14	ivan.pondal@gmail.com
Paz, Maximiliano León	251/14	m4xileon@gmail.com
Mena, Manuel	313/14	manuelmena1993@gmail.com
Demartino, Francisco	348/14	demartino.francisco@gmail.com

Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

1. TADs Auxiliares

TAD pc, id, ipOrigen, ipDestino, prioridad, interfazOrigen, interfazDestino **ES** nat

TAD paquete **ES** tupla(id, ipOrigen, ipDestino, prioridad)

TAD segmento **ES** tupla(ipOrigen, interfazOrigen, ipDestino, interfazDestino)

2. TAD DCNet

TAD DCNet

géneros dcnet

igualdad observacional

$$(\forall d, d' : \text{dcnet}) \left(d =_{\text{obs}} d' \iff \begin{pmatrix} (\text{topo}(d) =_{\text{obs}} \text{topo}(d')) \wedge_{\text{L}} (\\ (\forall p : pc)(p \in \text{compus}(\text{topo}(d))) \Rightarrow_{\text{L}} (\\ \quad (\text{buffer}(d,p) =_{\text{obs}} \text{buffer}(d', p)) \wedge \\ \quad (\#\text{enviados}(d, p) =_{\text{obs}} \#\text{enviados}(d', p)) \\ )) \end{pmatrix} \right)$$

generadores

CrearRed	: topo	$\longrightarrow$	dcnet
Seg	: dcnet	$\longrightarrow$	dcnet
CrearPaquete	: dcnet dcn $\times$ paquete p	$\longrightarrow$	dcnet $\left\{ \begin{array}{l} (\text{ipOrigen}(p) \in \text{compus}(\text{topo}(dcn)) \wedge \text{ipDestino}(p) \in \text{compus}(\text{topo}(dcn)) \wedge_{\text{L}} \\ \text{conectadas?}(\text{topo}(dcn), \text{ipOrigen}(p), \text{ipDestino}(p)) \end{array} \right\}$

observadores básicos

topo	: dcnet	$\longrightarrow$	topologia
#enviados	: dcnet dcn $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	nat $\{ip \in compus(topo(dcn))\}$
buffer	: dcnet dcn $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	conj(paquete) $\{ip \in compus(topo(dcn))\}$

otras operaciones

recorridoPaquete	: dcnet dcn $\times$ nat id	$\longrightarrow$	secu(segmento) $\{paqueteEnTransito?(dcn, id)\}$
cortarRecHasta	: sec(segmento) $\times$ pc	$\longrightarrow$	sec(segmento)
buscarPaquete	: dcnet dcn $\times$ conj(pc) pcs $\times$ nat id	$\longrightarrow$	pc $\{pcs \subseteq compus(topo(dcn)) \wedge paqueteEnTransito?(dcn, id)\}$
ids	: conj(paquete)	$\longrightarrow$	conj(nat)
paqueteEnTransito?	: dcnet $\times$ nat	$\longrightarrow$	bool
darPaqueteEnviado	: conj(paquete) cp	$\longrightarrow$	paquete $\{\neg\emptyset?(cp)\}$
rutaPaqueteEnviado	: dcnet dcn $\times$ pc $compu$	$\longrightarrow$	secu(segmento) $\{compu \in compus(topo(dcn))\}$
paquetesRecibidos	: dcnet $\times$ conj(pc) $vecinasPc$ $\times$ pc $compu$	$\longrightarrow$	conj(paquete) $\{compu \in \text{compus}(\text{topo}(dcn)) \wedge_{\text{L}} vecinasPc \subseteq \text{vecinas}(\text{topo}(dcnet), compu)\}$
darPrioridad	: dcnet dcn $\times$ nat id	$\longrightarrow$	nat $\{paqueteEnTransito?(dcn, id)\}$
buscarPrioridad	: nat k $\times$ conj(paquetes) cp	$\longrightarrow$	nat $\{\neg\emptyset?(cp) \wedge \exists(p \in cp) prioridad(p) = k\}$
maxPrioridad	: dcnet $\times$ conj(pc)c	$\longrightarrow$	nat

				$\{\neg\emptyset?(cc) \land cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$
paquetesConPrioridadK	: dcnet dcn × conj(pc) cc × nat k	$\longrightarrow$	conj(paquete)	$\{cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$
paquetesEnLaRed	: dcnet	$\longrightarrow$	conj(paquete)	
buscarPaquetesEnLaRed	: dcnet dcn × conj(pc) cc	$\longrightarrow$	conj(paquete)	$\{cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$
compuQueMasEnvio	: dcnet dcn	$\longrightarrow$	pc	$\{\neg\emptyset?(compus(topo(dcn)))\}$
maxEnviado	: dcnet dcn × conj(pc) cc	$\longrightarrow$	nat	$\{\neg\emptyset?(cc) \land cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$
enviaronK	: dcnet dcn × conj(pc) cc × nat	$\longrightarrow$	conj(pc)	$\{cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$

axiomas

topo(crearRed(t))	$\equiv$	t
topo(seg(dcn))	$\equiv$	topo(dcn)
topo(CrearPaquete(dcn, p))	$\equiv$	topo(dcn)
#enviados(crearRed(t), ip)	$\equiv$	0
#enviados(seg(dcn), ip)	$\equiv$	#enviados(dcn, ip) + **if** $\neg\emptyset?$(buffer(dcn, ip)) **then** 1 **else** 0 **fi**
#enviados(CrearPaquete(dcn, p), ip)	$\equiv$	#enviados(dcn, ip)
buffer(CrearRed(t), c)	$\equiv$	$\emptyset$

buffer(CrearPaquete(dcn, p), c)	$\equiv$	**if** ipOrigen(p) = c **then**
		Ag(p, buffer(dcn, c))
		else
		buffer(dcn, c)
		fi

buffer(segundo(dcn), c)	$\equiv$	(buffer(dcn, c) - darPaqueteEnviado(buffer(dcn, c))) ∪ paquetesRecibidos(dcn, vecinas(c), c)
recorridoPaquete(dcn, p)	$\equiv$	cortarRecHasta(darCaminoMasCorto(topo(dcn), ipOrigen(p), ipDestino(p)), buscarPaquete(compus(topo(dcn)), p))

cortarRecHasta(s, ip)	$\equiv$	**if** vacia?(s) $\vee_{\text{L}}$ ip = ipOrigen(prim(s)) **then**
		<>
		else
		prim(s) • cortarRecHasta(fin(s), ip)
		fi

buscarPaquete(dcn, pcs, id)	$\equiv$	**if** $id \in$ ids(buffer(dcn, dameUno(pcs))) **then**
		dameUno(pcs)
		else
		buscarPaquete(dcn, sinUno(pcs), id)
		fi

ids($paquetes$)	$\equiv$	**if** $\emptyset?$($paquetes$) **then**
		$\emptyset$
		else
		Ag(id(dameUno($paquetes$)), ids(sinUno($paquetes$)))
		fi

paqueteEnTransito?(dcn, id)	$\equiv$	$id \in$ ids(paquetesEnLaRed(dcn))

buscarPaquetesEnLaRed(dcn, cc)	$\equiv$	**if** $\emptyset?$(cc) **then**
		$\emptyset$
		else
		buffer(dcn, dameUno(cc)) ∪
		buscarPaquetesEnLaRed(dcn, sinUno(cc))
		fi

paquetesEnLaRed(d) $\equiv$ buscarPaquetesEnLaRed(d, compus(topo(d)))

buscarPrioridad($idPaq$, cs) $\equiv$ **if** $idPaq$ = id(dameUno(cs)) **then**
prioridad(dameUno(cs))
else
buscarPrioridad($idPaq$, sinUno(cs))
fi

darPrioridad(d, $idPaq$) $\equiv$ buscarPrioridad($idPaq$, compus(topo(dcn)))

darPaqueteEnviado(dcn, cp) $\equiv$ dameUno(paquetesConPrioridadK (dcn, cp, maxPrioridad(dcn, cp)))

rutaPaqueteEnviado(dcn, c) $\equiv$ darCaminoMasCorto(topo(dcn), ipOrigen(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, c))), ipDestino(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, c))))

paquetesRecibidos(dcn, $vecinasPc$, c) $\equiv$ **if** darSiguientePc(rutaPaqueteEnviado(dcn, dameUno($vecinasPc$)), dameUno($vecinasPc$)) = c **then**
Ag(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, dameUno($vecinasPc$))), $\emptyset$) $\cup$ paquetesRecibidos(dcn, sinUno($vecinasPc$), c)
else
paquetesRecibidos(dcn, sinUno($vecinasPc$), c)
fi

maxPrioridad(dcn, cp) $\equiv$ **if** $\emptyset$?(sinUno(cp)) **then**
darPrioridad(dcn, dameUno(cp)
else
max(darPrioridad(dcn, dameUno(cp), maxPrioridad(dcn, sinUno(cp)))
fi

paquetesConPrioridadK(dcn, cp, k) $\equiv$ **if** $\emptyset$?(cp) **then**
$\emptyset$
else
if darPrioridad(dcn, dameUno(cp)) = k **then**
Ag(dameUno(cp), paquetesConPrioridadK (dcn, sinUno(cp), k))
else
paquetesConPrioridadK(dcn, sinUno(cp), k)
fi
fi

compuQueMasEnvio(dcn) $\equiv$ dameUno(enviaronK(dcn, compus(topo(dcn)), maxEnviado(dcn, compus(topo(dcn)))))

maxEnviado(dcn, cc) $\equiv$ **if** $\emptyset$?(sinUno(cc)) **then**
#enviados(dcn, dameUno(cc))
else
max(#enviados(dcn, dameUno(cc), maxEnviado(dcn, sinUno(cc)))
fi

enviaronK(dcn, cc, k) $\equiv$ **if** $\emptyset$?(cc) **then**
$\emptyset$
else
if #enviados(dcn, dameUno(cc)) = k **then**
Ag(dameUno(cc), enviaronK(dcn, sinUno(cc), k))
else
enviaronK(dcn, sinUno(cc), k)
fi
fi

Fin TAD

3. TAD Topología

Este TAD modela cómo se conectan las computadoras. Las IP son únicas entre compus de la topología. Las compus tienen interfaces numeradas con los naturales de manera consecutiva (todas funcionan perfecto y todo eso, el DC las cuida y mantiene como corresponde).

TAD Topología

géneros topologia

igualdad observacional

$$(\forall t, t' : \text{topo}) \left(t =_{\text{obs}} t' \iff \begin{pmatrix} (\text{compus}(t) =_{\text{obs}} \text{compus}(t')) \wedge_{\text{L}} \\ ((\forall\ \text{p} : \text{pc})\ (\text{p} \in \text{compus}(t) \Rightarrow_{\text{L}} (\\ \quad (\text{cablesEn}(t,\ p) =_{\text{obs}} \text{cablesEn}(t',\ p)) \wedge \\ \quad (\#\text{interfaces}(t,\ p) =_{\text{obs}} \#\text{interfaces}(t',\ p)) \\ ))) \end{pmatrix} \right)$$

generadores

NuevaTopo	:	$\longrightarrow$	topologia
Compu	: topologia $\times$ pc ip $\times$ nat	$\longrightarrow$	topologia $\{\neg(ip \in compus(t))\}$
Cable	: topologia $\times$ pc ipA $\times$ nat ifA $\times$ pc ipB $\times$ nat ifB	$\longrightarrow$	topologia $\left\{ \begin{array}{l} (ipA \in compus(t) \wedge ipB \in compus(t)) \wedge_{\text{L}} \\ (ifA < \#interfaces(t, ipA)) \wedge \\ (ifB < \#interfaces(t, ipB)) \wedge \\ \neg(ifA \in interfacesOcupadasDe(t, ipA)) \wedge \\ \neg(ifB \in interfacesOcupadasDe(t, ipB)) \wedge \\ \neg(ipA \in vecinas(t, ipB)) \end{array} \right\}$

observadores básicos

compus	: topologia	$\longrightarrow$	conj(pc)
cablesEn	: topologia t $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	conj(tupla(pc, nat)) $\{ip \in compus(t)\}$
#interfaces	: topologia t $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	nat $\{ip \in compus(t)\}$

otras operaciones

vecinas	: topologia t $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	conj(pc) $\{ip \in compus(t)\}$
interfacesOcupadasDe	: topologia t $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	conj(nat) $\{ip \in compus(t)\}$
conectadas?	: topologia t $\times$ pc ipA $\times$ pc ipB	$\longrightarrow$	bool $\{ipA \in compus(t) \wedge ipB \in compus(t)\}$
darInterfazConectada	: conj(tupla(pc, nat)) $cablesA$ $\times$ pc ipB	$\longrightarrow$	nat $\{ipB \in \pi_2 Conj(cablesA)\}$
darSegmento	: topologia t $\times$ pc ipA $\times$ pc ipB	$\longrightarrow$	segmento $\{ipA \in compus(t) \wedge_{\text{L}} ipB \in vecinas(t, ipA)\}$
estáEnRuta?	: secu(segmento) $ruta$ $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	bool
darSiguientePc	: secu(segmento) $ruta$ $\times$ pc ip	$\longrightarrow$	pc $\{estáEnRuta?(ruta, ip)\}$
darCaminoMasCorto	: topologia t $\times$ pc ipA $\times$ pc ipB	$\longrightarrow$	secu(segmento) $\{ipA \in compus(t) \wedge ipB \in compus(t) \wedge_{\text{L}} conectadas?(t, ipA, ipB)\}$
darRutas	: topologia $\times$ pc ipA $\times$ pc ipB $\times$ conj(nat) $\times$ secu(segmento)	$\longrightarrow$	conj(secu(segmento)) $\{ipA \in compus(t) \wedge ipB \in compus(t)\}$

darRutasVecinas : topologia × conj(pc) × pc ip × conj(pc) × secu(segmento) $\longrightarrow$ conj(secu(segmento)) $\{ip \in compus(t)\}$

longMenorSec : conj(secu(α)) $secus$ $\longrightarrow$ nat $\{\neg\emptyset?(secus)\}$

secusDeLongK : conj(secu(α)) × nat $\longrightarrow$ conj(secu(α))

π_1Conj : conj(tupla(pc, nat)) $\longrightarrow$ conj(pc)

π_2Conj : conj(tupla(pc, nat)) $\longrightarrow$ conj(nat)

axiomas

compus(NuevaTopo) $\equiv$ $\emptyset$

compus(Compu(t, $ipNueva$, $cantIfaces$)) $\equiv$ Ag($ipNueva$, compus(t))

compus(Cable(t, ipA, ifA, ipB, ifB)) $\equiv$ compus(t)

cablesEn(NuevaTopo, ip) $\equiv$ $\emptyset$

cablesEn(Compu(t, $ipNueva$, $cantIfaces$), ip) $\equiv$ cablesEn(t, ip)

cablesEn(Cable(t, ipA, ifA, ipB, ifB), ip) $\equiv$ **if** $ip = ipA$ **then** Ag($\langle$ ifA, ipB $\rangle$, $\emptyset$) **else** $\emptyset$ **fi** $\cup$ **if** $ip = ipB$ **then** Ag($\langle$ ifB, ipA $\rangle$, $\emptyset$) **else** $\emptyset$ **fi** $\cup$ cablesEn(t, ip)

#interfaces(NuevaTopo, ip) $\equiv$ 0

#interfaces(Compu(t, $ipNueva$, $cantIfaces$), ip) $\equiv$ **if** $ip = ipNueva$ **then** $cantIfaces$ **else** #interfaces(t, ip) **fi**

#interfaces(Cable(t, ipA, ifA, ipB, ifB), ip) $\equiv$ #interfaces(t, ip)

interfacesOcupadasDe(t, ip) $\equiv$ π_1Conj(cablesEn(t, ip))

vecinas(t, ip) $\equiv$ π_2Conj(cablesEn(t, ip))

conectadas?(t, ipA, ipB) $\equiv$ $\neg$ $\emptyset$?(darRutas(t, ipA, ipB, $\emptyset$, $<>$))

darInterfazConectada($conjCablesIpA$, ipB) $\equiv$ **if** $ipB = \pi_2$(dameUno($conjCablesIpA$)) **then** π_1(dameUno($conjCablesIpA$)) **else** darInterfazConectada(sinUno($conjCablesIpA$), ipB) **fi**

darSegmento(t, ipA, ipB) $\equiv$ $\langle$ ipA, darInterfazConectada(cablesEn(t, ipA), ipB), ipB, darInterfazConectada(cablesEn(t, ipB), ipA) $\rangle$

estáEnRuta?($ruta$, ip) $\equiv$ **if** vacía?($ruta$) **then** false **else** **if** π_1(prim($ruta$)) = ip **then** true **else** estáEnRuta?(fin($rutas$), ip) **fi** **fi**

darSiguientePc($ruta$, ip) $\equiv$ **if** π_1(prim($ruta$)) = ip **then** π_3(prim($ruta$)) **else** darSiguientePc(fin($rutas$), ip) **fi**

darCaminoMasCorto(t, ipA, ipB) $\equiv$ dameUno(secusDeLongK(darRutas(t, ipA, ipB, $\emptyset$, $<>$), longMenorSec(darRutas(t, ipA, ipB, $\emptyset$, $<>$))))

darRutas(t, ipA, ipB, rec, $ruta$) $\equiv$ **if** $ipB \in$ vecinas(t, ipA) **then**
Ag($ruta \circ$ darSegmento(t, ipA, ipB) , $\emptyset$)
else
if $\emptyset$?(vecinas(t, ipA) - rec) **then**
$\emptyset$
else
darRutas(t, dameUno(vecinas(t, ipA) - rec),
ipB, Ag(ipA, rec),
$ruta \circ$ darSegmento(t, ipA, dameUno(vecinas(t, ipA) - rec))) $\cup$
darRutasVecinas(t, sinUno(vecinas(t, ipA) - rec),
ipB, Ag(ipA, rec),
$ruta \circ$ darSegmento(t, ipA, dameUno(vecinas(t, ipA) - rec)))
fi
fi

darRutasVecinas(t, $vecinas$, ipB, rec, $ruta$) $\equiv$ **if** $\emptyset$?($vecinas$) **then**
$\emptyset$
else
darRutas(t, dameUno($vecinas$), ipB, rec, $ruta$) $\cup$
darRutasVecinas(t, sinUno($vecinas$), ipB, rec, $ruta$)
fi

darCaminoMasCorto(t, ipA, ipB) $\equiv$ dameUno(secusDeLongK(darRutas(t, ipA, ipB, $\emptyset$, $<>$),
longMenorSec(darRutas(t, ipA, ipB, $\emptyset$, $<>$)))

secusDeLongK($secus$, k) $\equiv$ **if** $\emptyset$?($secus$) **then**
$\emptyset$
else
if long(dameUno($secus$)) $= k$ **then**
dameUno($secus$) $\cup$ secusDeLongK(sinUno($secus$), k)
else
secusDeLongK(sinUno($secus$), k)
fi
fi

longMenorSec($secus$) $\equiv$ **if** $\emptyset$?(sinUno($secus$)) **then**
long(dameUno($secus$))
else
min(long(dameUno($secus$)),
longMenorSec(sinUno($secus$)))
fi

π_1Conj($conjDuplas$) $\equiv$ **if** $\emptyset$?($conjDuplas$) **then**
$\emptyset$
else
Ag(π_1(dameUno($conjDuplas$)),
π_1Conj(sinUno($conjDuplas$)))
fi

π_2Conj($conjDuplas$) $\equiv$ **if** $\emptyset$?($conjDuplas$) **then**
$\emptyset$
else
Ag(π_2(dameUno($conjDuplas$)),
π_2Conj(sinUno($conjDuplas$)))
fi

Fin TAD