

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, ifz, id, ipOrigen, ipDestino, prioridad, ifzOrigen, ifzDestino **ES** nat

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

TAD segmento **ES** tupla(ipOrigen, ifzOrigen, ipDestino, ifzDestino)

2. TAD DCNET

TAD DCNET

géneros dcnet

igualdad observacional

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

generadores

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

observadores básicos

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

otras operaciones

recorridoPaquete	: dcnet dcn × id idP	→ secu(segmento) $\{\text{paqueteEnTransito?}(dcn, idP)\}$
cortarRecHasta	: secu(segmento) × pc	→ secu(segmento)
buscarPcConPaquete	: dcnet dcn × conj(pc) pcs × id idP	→ pc $\{pcs \subseteq \text{compus}(\text{topo}(dcn)) \wedge \text{paqueteEnTransito?}(dcn, idP)\}$
ids	: conj(paquete)	→ conj(id)
paqueteEnTransito?	: dcnet × id	→ bool
rutaPaqueteEnviado	: dcnet dcn × pc compu	→ secu(segmento) $\{compu \in \text{compus}(\text{topo}(dcn))\}$
paquetesRecibidos	: dcnet × conj(pc) vecinasPc × pc compu	→ conj(paquete) $\{compu \in \text{compus}(\text{topo}(dcn)) \wedge_{\text{L}} \text{vecinasPc} \subseteq \text{vecinas}(\text{topo}(dcnet), compu)\}$
maxPrioridad	: conj(paquetes) cp	→ prioridad $\{\neg \emptyset?(cp)\}$
darPaqueteEnviado	: conj(paquete) cp	→ paquete $\{\neg \emptyset?(cp)\}$
paquetesConPrioridadK	: conj(pc) cc × nat k	→ conj(paquete)
paquetesEnLaRed	: dcnet	→ conj(paquete)
buscarPaquetesEnLaRed	: dcnet dcn × conj(pc) cc	→ conj(paquete) $\{cc \subseteq \text{compus}(\text{topo}(dcn))\}$

compuQueMasEnvio	: dcnnet dcn	\longrightarrow pc	$\{\neg\emptyset?(compus(topo(dcn)))\}$
maxEnviado	: dcnnet $dcn \times \text{conj}(\text{pc})$ cc	\longrightarrow nat	$\{\neg\emptyset?(cc) \wedge cc \subseteq compus(topo(dcn))\}$
enviaronK	: dcnnet $dcn \times \text{conj}(\text{pc})$ cc \times 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)	$\equiv \#enviados(dcn, ip) + \text{if } \neg\emptyset?(buffer(dcn, ip)) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi}$
#enviados(CrearPaquete(dcn, p), ip)	$\equiv \#enviados(dcn, ip)$
buffer(CrearRed(t), c)	$\equiv \emptyset$
buffer(CrearPaquete(dcn, p), c)	$\equiv \text{if } ipOrigen(p) = c \text{ then } Ag(p, buffer(dcn, c)) \text{ else } buffer(dcn, c) \text{ fi}$
buffer(segundo(dcn), c)	$\equiv (buffer(dcn, c) - darPaqueteEnviado(buffer(dcn, c))) \cup \text{paquetesRecibidos}(dcn, vecinas(c), c)$
recorridoPaquete(dcn, p)	$\equiv \text{cortarRecHasta}(darCaminoMasCorto(topo(dcn), ipOrigen(p), ipDestino(p)), buscarPcConPaquete(compus(topo(dcn)), p))$
cortarRecHasta(s, ip)	$\equiv \text{if } vacia?(s) \vee_L ip = ipOrigen(prim(s)) \text{ then } \langle \rangle \text{ else } prim(s) \bullet \text{cortarRecHasta}(fin(s), ip) \text{ fi}$
buscarPcConPaquete(dcn, pcs, id)	$\equiv \text{if } id \in ids(buffer(dcn, dameUno(pcs))) \text{ then } dameUno(pcs) \text{ else } buscarPcConPaquete(dcn, sinUno(pcs), id) \text{ fi}$
ids($paquetes$)	$\equiv \text{if } \emptyset?(paquetes) \text{ then } \emptyset \text{ else } Ag(id(dameUno(paquetes)), ids(sinUno(paquetes))) \text{ fi}$
rutaPaqueteEnviado(dcn, c)	$\equiv darCaminoMasCorto(topo(dcn), ipOrigen(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, c))), ipDestino(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, c))))$
paquetesRecibidos($dcn, vecinasPc, c$)	$\equiv \text{if } darSiguientePc(rutaPaqueteEnviado(dcn, dameUno(vecinasPc)), dameUno(vecinasPc)) = c \text{ then } Ag(darPaqueteEnviado(dcn, buffer(dcn, dameUno(vecinasPc))), \emptyset) \cup \text{paquetesRecibidos}(dcn, sinUno(vecinasPc), c) \text{ else } \text{paquetesRecibidos}(dcn, sinUno(vecinasPc), c) \text{ fi}$
darPaqueteEnviado(dcn, cp)	$\equiv dameUno(\text{paquetesConPrioridadK}(cp, \text{maxPrioridad}(cp)))$

```

maxPrioridad(cp)           ≡ if ∅?(sinUno(cp)) then
                             prioridad(dameUno(cp))
                             else
                               max(prioridad(dameUno(cp)), maxPrioridad(sinUno(cp)))
                             fi

paquetesConPrioridadK(cp, k) ≡ if ∅?(cp) then
                               ∅
                             else
                               if prioridad(dameUno(cp)) = k then
                                 Ag(dameUno(cp), paquetesConPrioridadK(sinUno(cp), k))
                               else
                                 paquetesConPrioridadK(sinUno(cp), k)
                               fi
                             fi

paqueteEnTransito?(dcn, id) ≡ id ∈ ids(paquetesEnLaRed(dcn))

paquetesEnLaRed(d)          ≡ buscarPaquetesEnLaRed(d, compus(topo(d)))

buscarPaquetesEnLaRed(dcn, cc) ≡ if ∅?(cc) then
                               ∅
                             else
                               buffer(dcn, dameUno(cc)) ∪
                               buscarPaquetesEnLaRed(dcn, sinUno(cc))
                             fi

compuQueMasEnvio(dcn)       ≡ dameUno(enviaronK(dcn, compus(topo(dcn)),
maxEnviado(dcn, compus(topo(dcn)))))

maxEnviado(dcn, cc)         ≡ if ∅?(sinUno(cc)) then
                               #enviados(dcn, dameUno(cc))
                             else
                               max(#enviados(dcn, dameUno(cc),
maxEnviado(dcn, sinUno(cc))))
                             fi

enviaronK(dcn, cc, k)       ≡ if ∅?(cc) then
                               ∅
                             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

$$(\forall t, t' : \text{topo}) \left(t =_{\text{obs}} t' \iff \left(\begin{array}{l} (\text{compus}(t) =_{\text{obs}} \text{compus}(t')) \wedge_L \\ ((\forall p : \text{pc}) (p \in \text{compus}(t) \Rightarrow_L (\\ \quad (\text{cablesEn}(t, p) =_{\text{obs}} \text{cablesEn}(t', p)) \wedge \\ \quad (\# \text{interfaces}(t, p) =_{\text{obs}} \# \text{interfaces}(t', p)) \\ \end{array} \right) \right) \right)$$

generadores

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

observadores básicos

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

otras operaciones

vecinas	:	topologia $t \times$ pc ip	\longrightarrow	conj(pc) $\{ ip \in \text{compus}(t) \}$
interfacesOcupadasDe	:	topologia $t \times$ pc ip	\longrightarrow	conj(ifz) $\{ ip \in \text{compus}(t) \}$
conectadas?	:	topologia $t \times$ pc $ipA \times$ pc ipB	\longrightarrow	bool $\{ ipA \in \text{compus}(t) \wedge ipB \in \text{compus}(t) \}$
darInterfazConectada	:	conj(tupla(pc, ifz)) $cablesA \times$ pc ipB	\longrightarrow	ifz $\{ ipB \in \text{ips}(cablesA) \}$
darSegmento	:	topologia $t \times$ pc $ipA \times$ pc ipB	\longrightarrow	segmento $\{ ipA \in \text{compus}(t) \wedge_L ipB \in \text{vecinas}(t, ipA) \}$
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) $\{ ipA \in \text{compus}(t) \wedge ipB \in \text{compus}(t) \wedge_L \text{conectadas?}(t, ipA, ipB) \}$
darRutas	:	topologia \times pc $ipA \times$ pc $ipB \times$ conj(pc) \times secu(segmento)	\longrightarrow	conj(secu(segmento)) $\{ ipA \in \text{compus}(t) \wedge ipB \in \text{compus}(t) \}$

$\text{darRutasVecinas} : \text{topologia } t \times \text{conj}(\text{pc}) \text{ vec} \times \text{pc } ip \times \text{conj}(\text{pc}) \times \text{se-}$	$\longrightarrow \text{conj}(\text{secu}(\text{segmento}))$
	$\text{cu}(\text{segmento})$
	$\{ip \in \text{compus}(t) \wedge \text{vec} \subseteq \text{compus}(t)\}$
$\text{longMenorSec} : \text{conj}(\text{secu}(\alpha)) \text{ secus}$	$\longrightarrow \text{nat} \quad \{-\emptyset?(secus)\}$
$\text{secusDeLongK} : \text{conj}(\text{secu}(\alpha)) \times \text{nat}$	$\longrightarrow \text{conj}(\text{secu}(\alpha))$
$\text{ips} : \text{conj}(\text{tupla}(\text{pc}, \text{ifz}))$	$\longrightarrow \text{conj}(\text{pc})$
$\text{interfaces} : \text{conj}(\text{tupla}(\text{pc}, \text{ifz}))$	$\longrightarrow \text{conj}(\text{ifz})$

axiomas

$\text{compus}(\text{NuevaTopo})$	$\equiv \emptyset$
$\text{compus}(\text{Compu}(t, ipNueva, cantInterfaces))$	$\equiv \text{Ag}(ipNueva, \text{compus}(t))$
$\text{compus}(\text{Cable}(t, ipA, ifA, ipB, ifB))$	$\equiv \text{compus}(t)$
$\text{cablesEn}(\text{NuevaTopo}, ip)$	$\equiv \emptyset$
$\text{cablesEn}(\text{Compu}(t, ipNueva, cantInterfaces), ip)$	$\equiv \text{cablesEn}(t, ip)$
$\text{cablesEn}(\text{Cable}(t, ipA, ifA, ipB, ifB), ip)$	$\equiv \text{if } ip = ipA \text{ then } \text{Ag}(\langle ipB, ifA \rangle, \emptyset) \text{ else } \emptyset \text{ fi} \cup$ $\text{if } ip = ipB \text{ then } \text{Ag}(\langle ipA, ifB \rangle, \emptyset) \text{ else } \emptyset \text{ fi} \cup$ $\text{cablesEn}(t, ip)$
$\#interfaces(\text{NuevaTopo}, ip)$	$\equiv 0$
$\#interfaces(\text{Compu}(t, ipNueva, cantInterfaces), ip)$	$\equiv \text{if } ip = ipNueva \text{ then}$ $\quad cantInterfaces$ else $\quad \#interfaces(t, ip)$ fi
$\#interfaces(\text{Cable}(t, ipA, ifA, ipB, ifB), ip)$	$\equiv \#interfaces(t, ip)$
$\text{interfacesOcupadasDe}(t, ip)$	$\equiv \text{interfaces}(\text{cablesEn}(t, ip))$
$\text{vecinas}(t, ip)$	$\equiv \text{ips}(\text{cablesEn}(t, ip))$
$\text{conectadas?}(t, ipA, ipB)$	$\equiv \neg \emptyset?(\text{darRutas}(t, ipA, ipB, \emptyset, <>))$
$\text{darInterfazConectada}(\text{conjCablesIpA}, ipB)$	$\equiv \text{if } ipB = \pi_1(\text{dameUno}(\text{conjCablesIpA})) \text{ then}$ $\quad \pi_2(\text{dameUno}(\text{conjCablesIpA}))$ else $\quad \text{darInterfazConectada}(\text{sinUno}(\text{conjCablesIpA}), ipB)$ fi
$\text{darSegmento}(t, ipA, ipB)$	$\equiv \langle ipA, \text{darInterfazConectada}(\text{cablesEn}(t, ipA), ipB),$ $ipB, \text{darInterfazConectada}(\text{cablesEn}(t, ipB), ipA) \rangle$
$\text{estáEnRuta?}(ruta, ip)$	$\equiv \text{if vacía?}(ruta) \text{ then}$ $\quad \text{false}$ else $\quad \text{if } ipOrigen(\text{prim}(ruta)) = ip \text{ then}$ $\quad \quad \text{true}$ $\quad \text{else}$ $\quad \quad \text{estáEnRuta?}(\text{fin}(ruta), ip)$ $\quad \text{fi}$ fi
$\text{darSiguientePc}(ruta, ip)$	$\equiv \text{if } ipOrigen(\text{prim}(ruta)) = ip \text{ then}$ $\quad ipDestino(\text{prim}(ruta))$ else $\quad \text{darSiguientePc}(\text{fin}(ruta), ip)$ fi
$\text{darCaminoMasCorto}(t, ipA, ipB)$	$\equiv \text{dameUno}(\text{secusDeLongK}(\text{darRutas}(t, ipA, ipB, \emptyset, <>),$ $\text{longMenorSec}(\text{darRutas}(t, ipA, ipB, \emptyset, <>)))$

```

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

ips( $conjDuplas$ )  $\equiv$  if  $\emptyset?(conjDuplas)$  then
     $\emptyset$ 
else
     $Ag(\pi_1(dameUno(conjDuplas)),$ 
     $ips(sinUno(conjDuplas)))$ 
fi

interfaces( $conjDuplas$ )  $\equiv$  if  $\emptyset?(conjDuplas)$  then
     $\emptyset$ 
else
     $Ag(\pi_2(dameUno(conjDuplas)),$ 
     $interfaces(sinUno(conjDuplas)))$ 
fi

```

Fin TAD