

ÉZ ° ^ ... μ ' β 6 ^ É Z ~ À Ì »] ~] " f , ' . • Y
" Ì Ì] . u

„ Y Z « M * É qo Z d \ , ' 8 ~ ¿ Z ...

samaneh.poostfroshan@gmail.com , { , { , é Z Ì b » Z fl \ '] μ ~ X | À * » | À | ° ' ¿ Y {
mehdi.sarram@yazduni.ac.ir , { , { , ^ Z . ¿ Y { , e ' Ì b » Z fl \ '] °

¶ Ì ° É ¥] Z ~ . u Y É { Y | e [Z z f ¿ Y , { Y | (w s n) ' m Ì Ì] fl .. f u ^ É Z ~ { Z | n f l M q d] Z i
\ %o \ ¶ « Y | / u Z /] | / À ^ ... \ / • Z É ~ / ' % o n » f ~ % (C D S) À , À ^ Z . < » \ % , Z Y E { ' d .
% , / C D S f i c - M W C D S É Y • Z / » | d ^ (W S N Z | f l É) » M Y Z f l É Y d S (D C - M W C D S) ~ m { d , { \ | v »
D S] \ / • Z É ~ † ... É Y »] É É ~ ¿ Y ~ ~ m • [Z » , Y \ ¥ ψ » ¶ Z À f l f Y Y | Ì b ~ ¥ M Y { † d É } \ | v »
(P S O) c Y } ~ f / ~ / À Ì Z / " f , ' / • Y Y ^ { Z » À Ì Y Ì] Z] , À ^ ^ ~] Z . n À μ Y % f y Ø Y ~ °
\ , / [, Z u | ¿ Y Z ... f « . Z] % É Z ¿ É Z ~ f l [Z , Z f ¿ Y , Z . À ^ ~ † ~ m { { f l j Y | Y | a u Y É ~ ¿ Y
% , Y ° ¿ . | ¿ À ¿ Y Ze] ~ ° ^ ~ À Ì Ì] ~ m { { ~ m Z { u Z \ , ~ ° f ° É , É Z ~ ¿ Y • ¿ Z Ì Ì } %o Z
~ ° ^ / ... É Z ~ ~] Z d » ^ ¿ d Y ~ f ¿ Y ' e , É Z ~ À Ì Z à ^ ^ f , { %o Z Y ... } | À , Z : . y ¿ ~ d V f
| z] { ' ^ ~ } É Z ,
DC-MWCDS PSO É Z À Ì ~] " f , ' • Y U D G Ì μ Ì } , Y ° %o S É Ç Ì , f l É Z ~ Y

^ | » M C D S { , Z] a %o] f c Y ¶ Ì Ì S Z] e [' , » ~ » | < »
Y « ~ m ' e { ' » Ì y Y ~ ~ { { . ~ f l - d Y É Z ° ~ Y { ~ ° ^ Ì } d , Y É Z ~ }
d Y ~ f S . † % , Y É ~] , | É Y S , { " c Ì Z Ì Ì } < v
C D S ¶ Ì ° e É Y É Z] , u " f , { ' • ¿ M Z É Z ° ^ ~ f Y { É Y " Ì Ì] ° ^ . u d É Z Y ^ |
% , Y { Y { ¿ M i S W Y μ Z ... , f l Z » ¶ < f » ¶ Ì ° é ... n Ì » Ì] Z . Y u | ^ † Y %o f Y À f ~
¥ M i S † μ ^ Y ~ , u ^ } ¶ Ì ° d e Y ~ , u » ~] { %o Y Z ~ e f , % , Y • Y } Z q] % » f É Z ~]
À , Z f Y d y { Y ^ { Z » f Y Z } { ~ f l ~ É Z ~ » a z { e ^ a ^ d } Z Ì Ì ° d y e Z ~ ° ^
] ~ f l É . { ° » f ¶ f » • M i S , | É Z ~ † † } Ì Ì] ~ ° ú É Z { c Z Ì , ... Y É Z Ì
' e ^ C D S ~ M W Y & " f : » ' • Y , | , Ì Z a y S Ì v a ~] ° c ā ¿ À q c Z Z ^ e
~ ° ^ ¥ Y C D S Y Y f] Y " f , B ú t e n k o Y % f i Y , ¶ d ° Y e É Y] Z ~ :] U , Y É { Y |
¶ f » ¥ Y † ~ f l ° ¿ Z † » b Z e n Y , Y { Z Ì Z] Y É É Z Ì Ì } c o s Y < S À ^ ...] \ • Z É ~
~ , Z a % d ' f c Y ¶ Ì S ° e " f , ¥ ~ u Y , | ¿ Z ... | À f l « Z]

¿ Y C Z e n g ... ~ ' è ° y ° ¿ Z O D S
1 Wireless sensor network
2 Ad-hoc
3 Multi-hop communication
4 Area monitoring
5 Broad cast
6 Routing
7 Connected dominating set

8 Maximal independent set
9 Steiner

^ { Z o m C D S Y ~ À Ì ~ } ~ m { d , { ` | v P a u l Z] | | À ^ W . Y Y À q E " ì ~ i o] ^ ~ É Y]

~ f g d S % o ` % o { f l ~ À Ì ... f l ~ " | f , Y | . i a Y É % , Y] } ~ { , d , Z e a Z f ^ ÷ " f ,

% o Z » ... ~ c ' ~ } ~ À Ì ì] ~ m d ì d , { ` | v » ~ % o É Z f l ^ Y m C D S a P o b { ^ f l ,

^ | ÷ Z . ÷ Y « P Ì Z É » ~ Z ~ ^ | ~ ^ { Y { » Z ` f y Y Z % o ~ † | | r Z ð ~ f l | ÷ { f l c Z ^

¾ Ì] ° · { Z e , É ì † { Z , Z e Z % o M M ^ Z (n) o g n) ^ (O Z) a % É V Z Z À Ì a Z < » ¾ , Z Ì a

~ ° Y ° » { Z | n , Z Y ... % o M % o . f μ ì d y Z Z e d É Y } S | À ... É | ^ ì » . f , ~ ÷ Z Y f

É Y] É ÷ Y Y ^ Z † M ^ f] ÷ Y ° Z e ... » f , " Ì É Z Y ^ f i c i É Y] a , Z] % c Y f < S

~ f l " f , ~ ° · Y U G Y μ | d » M O D S { , X } W { Y Y f y Z C D S ~ ° " f , ~ ° · Y ¾ , Y Y °

° ÷ Z » ò (ð) | ÷ , Z Ì Ì a ` É Y E A - M C D S , U D G Y { ~ , Z , ÷ Z < » ¾ Ì ì e Z , ~ a ÷ Z f ' M ~] u ~ Z]

~ m { ` É ÷ Y ¶ » Z ~ ° ^ ì o f (n) e C D S % o ¾ , f i f , ° q Y f l " C D S | ~ f f Y y Z | ` Z } {

~ % À Z » f i , ~ , ì ° » ~] { Z d f Y P A N } Ì É É Y { k Y ` μ ^ « { ' » | Z }

C D S Y É ' % o Y ' À ~ } ~ ^ { f l ì z » { Y ° ÷ % o f ` f l ¾ ÷ ÷ É Ó Z } M Z] { ~ ÷ †

É Y] É | ° , ~] m { ° ÷ Z f f l ' » e [É z ^ f d , Y { ` | v À f l Z] É % o ÷ f y | d y W Z Z f É Y c y

d Y ^ { f l ~ W Y Y % o · Z f E ¶ ì ° ... e n W o · Z Z a d y] Z c Y ° · Z » , " f , ~ ° · Y

d , { ` | v » Z] É % o ÷ f y | ~ ° M z f l ì c y M D S W C D S , Y f i .. { f l ~ } ì y Z e d , { ` | v

~ ~ m { d , { ` | v » Z] | À ^ ... ~ \ É Z E X z a ...] n » S Y · Z f l Y f i f . f , f f : : } Y · Ì ¾

° S Z f f l Y " f , ~ ° · Y ° » Y μ | ^ { Z % o f ` Y , Y Z Y m Y u b % o z } É Ì É Y { Y { ¾ Ì Z } Z Z } É e M †

{ ~ » ¶ ì ° e C D S ÷ É { } † Z z Z » [e M { ~ ° Z | a Z] P ^ ¥ Y % o ~ f À Ì ~] Y c Y

É ` C D S] ~ , Z a % o] f c Y d y S , | « ` e É Z \ , É Y † , " f , ~ ° · Y ¾ y B T „ [Z ÷ d ~] Y ° . | f

| ÷ Y { f l ... e % o | f ~ f y Z | ÷ Y z a S , f l c - B C R ~ f l Z ÷ Y ~] d Y ' y { ~ f

~ Z f l h Z] f i q % o f l f ^ Y f l ÷ Y ^ Z] Y { c f % o Z S z

¾ , f † { } » „ Z Ì a | À , ~ M a { Y | e t a ~ Y } ÷ Y ~] o Z » | À ^ t z Z . v z » Y ° ÷ Z »

C D S ^ Y | ÷ Y ~ Z f l Z] C D S d { Y ¶ ¾ , Y » É C R : { f l } Y | ÷ Y z } Z » ° » Z ^ } ¾ ,

{ Y | e ^ † ° » ~ m Y { S Y | † % Z M m C É Z - { | | % o ~ y [z a Y z X c Y] <

~ a ì % o c Y < S | † z } ~ † % o M Z ~ . | . z % o É Z - Y É ' % o B C R ' A f ~]] d S z ,

¾ , Y] Z À] ~ { Z Y { . d Y Y É Z Y ~ y x É Z a | . Y † % o Y ' À ~ f] , Y ÷ { ~ y | ~ } | ~ Y † z

] É { Z Z } , ¶ ì ... v % o h É Z Z] † c ~ m < S % o { ~ } ~ z]] % o Y f i ' A ÷] [Z z f l ÷ | ¾ , Y e y [

{ É ÷ Y É Ó Z] ¥ » ~ \ M É ¾ , Y ¾ , Y ÷ - f l Z A f l , Y Y] É { Z , % o Y f < S Z ^

° , f l W S N ~ É Z ° f l ° » c % o < f S ~ É Z - | A f l | a Y f i ~ Z q ^ Z e | † f l Y . z e [Ì z » f ÷

c | ~ } ~ ° Z » ¾ , Y , | ÷ Y { É É Y Y] Y , f i Y Z q Z o r | † f l d] } | | v » W Z - Y e

{ » ~ ° ^ ... μ ' Y - Y z f l h f l z] ¾ , Y { Z f A % o · a f y c Y ¾ , Y S

~ ° ^ ... μ { ^ | ~ W Y ~ Y Z f , ~ c Y Z X » f ¾ , Y d y Z] " f , ÷ Y s u g Z n t h i ...

¾ , Y { É { Z ~ À Ì a " f , ~ ° · Y { " d Y . ^ { Y ¾ } Y ~ Y { S Y , É { Z ~ Z y | u ¶ .

c ' P S O ~] | À ... ~ À Ì É] Z " f , ~ ° · Y f i ... f l z % o c f Y f l É Z [Z z f ÷ Y ^ { ÷ Z Z ... Ì < Z

\ , Y ¾ , Y ¾ Ì ì { é ^ † u É Y É Z] \ , ~ ° ^ { ~ À Ì ~ } μ ' , Y S Y | h Z] S ~ †

⁴Optima degree-constrained minimum weight CDS
⁵Unit disk graph
⁶Hop count
⁷Message overhead
⁸Load

... n » ~ · Z % o ~ f Y ¶ ì ° e É Y < S

¹Multi-hop wireless ad hoc networks
²Degree constrained minimum weight CDS
³Learning automata theory

PSO " f, ' . • Y] É ` » MCDS | À^ ... - \ • Z E ~ ' . .

{ ° » | Z] » Z " fe, ÉZ • Y ' ç Y { f } " MCDS Z : ç Y Y ¼ Y ¾, f ... fl Z] |

~ | Kennedy Eberhart ' e μZ NP-hard ~ • Z » fi, MCDS % Y fl Y { ì a

~] ° » | ð fl ~ f { , % ' r ... ~ ° » ' n ~ f c Y } À fl À d s f É Z Y } Y MCDS Z ' e f { Y Z }

~ ~ † j i ð fl f Y, ~ f Z { fi, d fl ~ } { ¾ fl } { Y | ~ À, Y ' f » % | ~ Àì

d ì « ' » ~ j ð fl m ì e] » Z] d] Z Z] » ¾, ~ Àì] M E S h Y, Z] , { c Z » ^ ° ^ } { ~ †

fi, { ç ~ { ' y % Z ° » ~ Z ð fl É Z f ~ y { ° { ~ EDS ÉZ † ~ m { ~ ' f »

| ç Y ' f] Z Y Y °, ~ r ç Z] À q % ¾] ¾ Y { m { | é Y { | v » † Z] | À^

~ † % Y ' À ~] ~ Y | À fl Y | ì a ~ † ~] d ^ ç É f ~] d ì

{ °, ... PSO " Z f, » ' . ì Y fi, » » [Z z. f ç Y { ~ Z v Y † G(V,E,W) { d, { m ì E ¥ Y

% Y ' À Y }] f Y É Y 1 ° ° » ¾, ð fl ~] f | { } Z } % v Z ç ç Y Z] ~ Z † . Δ [Y " | e { ÉZ

| ç » z a ' n f m ~ Àì v »] { ~, XÉ » Z ' É Z - É ì / f » .. fl v f » † Z] u Z, fl { Y,] Z e z

c Y } ~] d ^ ç É f ~] d ì « ' » | À^ c Y ... } \ G Z E Y } † ~ É Y »] ~ m t { y d, {

~ ì <] ° » ' n ~ c Y } Z f s { | À^ ç y ~ fl Δ, d, Z,] Z † ~ Z ... e É Y] ~ fl

e] c Y } d ì « ' » ~ »] Y { c y | À fl d ì Z » » Y | À^ fl m { d, { ~ | v » ~ fl

° » ì ì / e μ Z] u c Y { } ì d ì « e » μ Z u f ¾ Y { Y | À^ † DC-MDS e fl ~ ° | ç Y

~] ne] Z ^ Y } ~ d ì « ' » ì ì / e ~ fl d Y fl } ~ % Z d c MCDS ç] Z]

{ » † c ' ~, Z ... ~ c Y } ~] né Z y °, ^ À, c Z fl % d ~ { É Y } { ~ y ^

c Y } ~] d ^ ç { ' y É e] ~ | ~ Z ç Z É É Z À^ a Y, % Z } » % ~, É ¾ Y Y \ fl

. d Y ^ Z † M ~ † 1 fl ~] , p À Z] ¾ À R Y. { ~ † ç Z Z E, e. % ~ fl { Z | Z

: | ç ~ » f, e, Z f É Z - ¾ f v Y É Z ¾] ~ MCDS Z CDS ~, Z a %] À^ c Y ° q S fl

{ ^ } ~ ~ fl d Y ° f ì Rbest » ¾, - f ~ fl « Y ç Z ì]] Z f » Y Z a - ¾ Y f ~ c

d Y ^ { fl \ fl " f, ~ À, • • Y É Y, m Y Y μ, { e Y { < S e ~ Z » f »

É Y m Y μ' { c Y }] Z fl Gbest ¾, Y f ì « ' » ¾ Y f ~ l e CDS ~ fl % [] M ~ Àì

d ì « ' » f » Y ° Z a % Z Y ç fl « Y ç Y l " f, | ~ ' • Y ~] Z] ~ Àì ... fl

| À^ fl z » Y †

(MWCDS) ~ Àì ... fl CDS ¾

~] ^ } » ~ fh [Z] (d) : É { fl S ¾ d Y Z À f » Y Z a

d fl u { , fl ç Y | ì a ç Z ~, Z ç ... ¾, ~ f { } | Y ç ~ fl ç (V,E,W) % { ~ ~ d ~ m % ~ |

{ ~ » Z fl ~] fi, v e \, % | Y z a % É Z ~ % v À ç μ Z ~ Y % q À^ fl Z †

\, % Y ' À (Z) ~ f Z ~ \ f m Y ¾ d Y Z À f » Y Z a É Y ¥ Y MWCDS] | ° » Z] Z † ~] ^ |

¾, f ~] d ... ° »] h ^ Z } ~ fl { ~ } ì ç ~ fl ~ v e Àì ... CDS % bb, | Z] NP-hard ~ • Z » fi,

d ì « ' » { fl | ç Y fl μ Z u ~] ~ Z e c Y } ~ fl É Y DC-MWCDS ~ m { d, { ~

| À^ fl d fl u, ~ †

G(V,E,W) % { ~ ~ d ~ m % MWCDS ¥ Y †

É { Z ~ À ì a " f, % M Y # É Z ~ ~ f Y { ~ Àì ... fl % ~ ~ fl

¥ Y PSO É Y f] ' . • Y Y ^ { Z » f Y Z] , É { Z ~ À ì a " f, ' . • Y {

¾ . ç Z ì » ~ ~ m { j fl Y | u Y¹ Degree-constrained CDS Àì ~] c ' ~] , ~ ° ^

¹ Degree-constrained CDS
² Cost-effective
³ Minimum weight CDS

- ^ † i ' » ~ m { j fl Y | u ~ É Ì ~ } u % Y { Ì É | ¶ } « ¶ | w Y X » † { É Z Z . Y } & ¶
 ~] É À I Z ~] | À . M S ~ ~ X ~ Y % . Y | - Y | À y Z] { D s r f É Z Y † \] V z f z }
 É Y | f] Y ° » { z f l } & ¶ À ¶ ¶ Ì e [' , v » % . e
 É Y] | . | z Z fl % ~ Y † À Y | ¶ | É Y Z { Y ~ Z m Y ~ ~ • Z » f , e
 " Ì « { f , e ~ | † À fl , Z d fl c Z Y % Z S } f Z » ~ { † ~ ' ... n » f i , Y ~ ¶ ° f » { ~
 | ° Z] , s ~] - Z - Z S / f » » % f f Y Z q Z] † ^ †] Y |
 ~ f » Y ° ^ . É , z f » Y % Z a Ì % . ¶ « H Z | u Y \ f ~ Z † É ~ Y f ~] { Y , { z É Z }
 , Ó É z Y % Y Ì d » Y ¶ « Y | z u t É Z ~ c Y % S Y % Y ~ À † ~] { Y fl μ Z Z Y
 É Y † É z Y ~ fl » ° e z » % e c | Y À f Y S] ~ { Y { d S Z , { ~ μ Z | Y [z z f z . Y
 [Z z f z % ~ c Y z S † ° . % z Y | À Z] | z Y | < ¶ % . Y » | Y Ì † [Y ~ y † d • Z Z u » ~ { Z | Z À Y
 ~] d ^ ° z Z † fl ~ fl » { h Z] \ , { ~ % . Y | μ Z % M Y É z Y ~ † » \ m ~ , z I z a ~
 ~ | [Z z % o x S ~ P o p | z À Y | É e z Y % . μ Z É Y Y] % Y Ì x % . Y | W Y ° ^ Y É
 Y ~ | z ~ ~ » % o y M ~ É f S Z , % Z { Z à n I z f z { | ° Z] " † ~ , Z S { ~
 { ~ » e Ì] ° ^ ~ ... μ ~ % . Y E_{ss}(l, d)

$$= E_{ss-elec}(l) + E_{ss-amp}(l, d)$$

É Z ~ † ~ m { j fl Y | i u » Y m ° { . j fl l Y e l e c t l e f s d ^ 2 d < d 0
 % . Y e l] Y ^ † i ' » ~ m { ~ fl ° e (E e l e c + l e m p d ^ 2 d > d 0 { ~] ~ ° ^ ~ | z
 | | - Y ~ z Y % [S z f z Y t c % Y ~ À ~] ^ † % o M ~ | ~ Z] μ Y | < »] Y Z] Z . ,
 Ì É ~ É Z ~] ~ { Y { C D S μ Z É Z Y † μ ~ f X } » Ì z Y { (free space), efs = 10 pJ/bit/m²

Z] ^ ° † Z [Z z f z Y | À f ~ , | C D S Z] (multi-path fading) smp = 2.0018 pJ / { ¶ ~ ¶ É Y fl ~ , {
 % . Y C D S ~ | Y | z f y q % f l \ m é » Ì] m ^ { † % . ~ f e ° z Z » μ | » » % . Y { b z / m f } ¶ À r
 % . Y { ° S Y Z » Y d Y [, » É] z { Y ~ » † ~ { Z z x f Y Z | fl , Z . { . z { Y d z S z } .

CDS Ì É ~ † É { Z , CDS { Y É ~ e t c , Z n } = E_{Rx}(l, d) = E_{Rx-elec}(l)

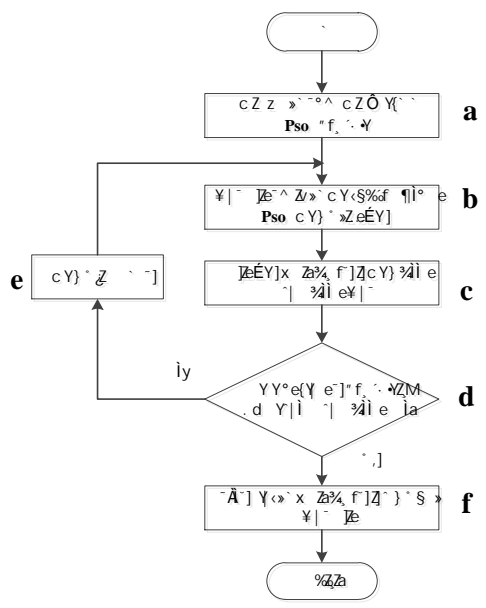
É z Y e q ~ ~ Z Z . e . Y ~ h ~] Z] { Z { μ { Z E l e e | À f ~
 { ~ » ~ ° ^ μ ~ ... ~ Z fl ~ n % f z f ^ { É Z ~ c Y < S [] d e l e c Y = 50 nJ/bit μ | » % . Y
 ~ m { É Y ~ Y { ° f l h ° Z Z ~ % . Y É ~ 3/4 f S Y † ~ » ~ É Z | À A f l { % { M Z ~ { ~ fl ° z
 % Y ~ À ~ É Ì] | É Z Z Y { ... ~ | À f ~ i É » { ~ » ~ f x †

É e fl É Ì † { \ Ì e e % . Y ~ % ^ f | z ~ z [Z z f z Y ~ ° ^ c Y < S
 Y ~ | z ~ ~ » Z y ~] ~ e { Z . f ~ f Y Y c { ~ } { Y % μ Z] % e Y ~ À Z] z f z
 | À { ~ , Y S . μ Y d] Z] % . Y ~ À ~] ^ † { Y | e f i , , Y | f] Y

Y % Y f < S ¶ Ì ° • e z < » Z % . Y { Z ~ f À Ì a ~ Y
 | { À f l ~ { Z x f { Y ~ f A - M C D S U D G " f . ~ • Y ° x { Z o o } M ~ » Z % ~ f ~ c É Z É S z Y
 É |] ~ { t . ù , ~ ... { | Z d Y S " f . ~ f S % . Y a c ~ { | n » É | À] ° Ì a
 d u d G " f . ~ • Y % . Y { z Y | ~ { Z z f Y μ | » % . Y [Z z f z Y] % { f n » É Z Y
 ¶ Ì ° e Z S » Z , x | f Z] ~ • Y fl ~ ^ fl ~ ~ » μ c % . % S Y % Y ~ À Z À z ~ [Z
 Z] { , Z S { M I S fl , μ ~ Y d v Z S | { { Y { ~ , Y S

~ S Z Y ¶ f » | À A f l ~ À ~ †] { % ~ ... • É Z Y | u [Z z f z Y
 d Y ~ { C D S f i Z m s , % Y Y % M] Z o o { fl Ì / f » d Z , a ~ ... f , ~ • Y ~
 ° S Z fl , ^ Y ~ z É { Z ~ À ^ Ì É Ì z É Y }]

{ } » Z .. e ÉPSO] " f], Z} • Y ~ ^ e » ^ Y , ÉY Àe] Y , ~ °
 | ¿ { » † 3 4 i e x Z a ¾, cf ~] ~ Ài] iZ] W | d . Z] « ¾, X i {] c ~ ~]
 à a Y Y ° e { Y | e ~] ~ » Z ¿ { Z z f, M ¾ flu \ , ¿ { » † ¾ ¾ M μ e, Y] ~ ¾ } Y fl
 d ^ j » c ~ » { { [† i y Z , d Y { ~ ¿ i À e ~ | f, ¾ i . Y e { | n » Y m Y ~ ~]
 ~] c ~ À , Y ° x i E, u { » ~] { " f, ~ . Y ° y » Z] a É % { Y } † ¾ , É Z ¿ » Z ~ ~ {
 d S e | ~ Y u y » † ~ » | À À i Y fi ~ Z q i i] † ~ m] { Y ¾ À
 ~] ¶ ^ « d ... « { ~ | ~ f æ e † Y] Z e ¶ Z] u ~ m [e Z] | ~ , u { » ¾, ¾, Y { Y
 { ~ , » ~ æ ~ c Y } Z ~ † Z , Z ° » ~ É , ¿ Y Z] ~ m { d , { ~ | v
 { Y ~ ~ , u » d ¾, Y] ~] { " f, ~ % 6 Y ~ EA-MCDS-UDG " f { ~ . Y μ ~ Y ° » Z , S O Y {
 % M ~] n À » ~ fl Z ~ i / f » ° » Y | É ¿ Y i ¿ , Z a e ¾, ~ ¶] , M S Z ¶ i ° e ~ fl Z {
 { » ~ W | Y W Z ¿ Y Y { ~ | ¾ i e É ¿ Y ~ " fl ~ m {
 d] M S « ¶ i ° e ^ É Y] , Z ~ ° Z . À fl , | À Z



É { Z ~ À i a " f, ~ . ¶ i ° c Z c

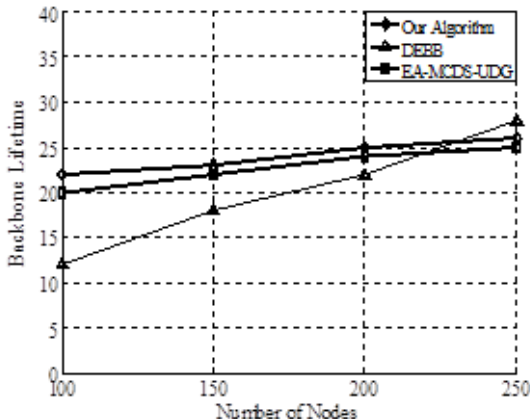
Y , { fl ~ Z ° Y É { M À % d e } ~ Z ,
 ~ | É Z ~ † É ¿ Y ¾ i . ¿ Z i » ~ ~ À i { i }
 ~ ~ m { ~ , Ô { Y ° É Y , } Ô X ~ fi Y Z | q ¶ » †
 | ~ À À fl μ Z { Y É Y ° Y , Z i a , fi ~ Z q ~
 { ~ , Z i a ~ | À f S ~ † , ~ ~ { ~
 { ~ y ~ . Z Y , Z i a | A E Y M f I Y { ~ μ Z Y Y
 ~] ° ~ « | Z] Z » É ¿ Y | À , M | ¾ Z Y ... ¿ { ~
 ~ À i i] , ~ ~ m d { i } ~ i . ~ Y É ¿ Y ¶ fl
 % M Y i » É É Y † Y , μ Z] ¶ % M » Y ~ À Y »] ^ † À
 μ Z . À ~ Z Y Z ^ e X] { d É Y { ¿ Y †
 | ~ Z ... ¿ Z Y { ~ y , É | i a M] , ~ ^



É Z ~ i ^ " f, ~ . Y ~] Z » % M ° ¿ Z » ° † | ° Z (h) ° EA-MCDS-UDG

{ % M ° , Z ¿ Y ~ e " f % M { Y { Y % M Z ¿ } ~ É { À ~ À } i a
 % M É Z fl , Y Z] \ ° u À f » ~ W Y Y ° ^ Z ¶ . ¿ Z i ¿ { ~ fl \ Y Z fl ¾ i e
 Y ¶ Z u i , Z f ¿ i ^ ~ f S Z † , Z z n M Y , { É Z Z ~ { ~ M]
 ~] É f Z i Z ^ ¾, Y ^ | , { † ~ , Z < » ~ ~] » d M Y , » > Z]] % M] z ~ Z q ~ , S
 | À ~ Y W z Y] ¾, Y ¿ Y M Z T D A B Y Y , S Y fi ... Z i † { Y | e , ~ < À » ~ Y | ¿ Y a ¶ » Z
 , Z É Z É Y Z i ^ Y ¶ Z u ~ i , Z Z f < » Y { | f] Y { Y | } » Y { Y ~ † ~ ~ † . d Y É ~ ¿ Y ~ % M Y
 % M ° f ~ Z V c p S ; Y ¶ i ° n e " f, ~ [Z] Y | " f, ~ . Y max C Z % M Y c Z Ô { Y { ~ f É Z } ~ Z
 " f, ~ . Y , " d , Y ~ W ~ W ° Y ¾ μ ^ Y c Y c 2] e ¶ \ , Y ~ ¿ { ~ » Y S O ° e { Y
 " f, EA-MCDS-UDG " f, ~ . Y , [Z ¿ ~] ~ W Y Y | ¿ » ~ { Y { ~ » Z ¿ { Y { ~ % M É {
 ~] b Z D E B B , Z ¿ { } ^ | ~ W Y Y " f, ~ μ ~ . Y % M É |] ~ À i i] Z n À b Y {
 É Y] c ~ Z z f » » ~ ¶ i ° æ , f z % M Y É Z e ~ , Z À ° S »

Y | Y , { ^ { Y { (1) } Z Y . { z " i Y f (PSO . . . } d f ^ , z . . . Y ¥ | -] Z e % o Y µ À ~]
 | - x % o Z z Y f , f , f % » É Z 4 , Y S { , ^ | ~ W Y Y " f , ' . . . Y ° .
 ^ { Y É A - M C D S - U D G " f , ' . . . Y Z] ~ , Z <



c Y % o S f Y | Y ° Y

% o C Y < S ° x | % o Y Z q j - { % o Z ...
 , { Y | z ° EA-MCDS-UDG ` Z f a , e . . . Y ` É Y z e a e q i a N , Y ¾ à À r ... - d Y ^
 DS É Z † [Z z f z Y Y q ^ « ° S Z Y f i , Z - À e ` ¾ à Y { Z Y f y Y
 | À À ° z ' | ¾ , Y ` { ^ | f i ~ f , S Z †] É Y , m Y q Z u , d ... É Z ~ W (Y ... Y
 { Y | DEBB { " f , ' . . . Y | À À f i d . f i z d] Z x ^ Z { ¾ Y À z Y A e e z Z " f ' . . . Y
 Z » Y ° » , | Z q % o ` f c Y < S Y | z Y ^ É Y Y { f ~ x f l % o É Z z i Y É Z Z µ » Y m Z a
 Z] , É { Z - À i a % o ` f ^ { Y o Y Y < S m
 { ~ f l ~ z DEBB ~ ~] d (^ ~ z z É µ | » { É { Z - À i a " f , f » Y µ Z É m Z
 c Y % o < S ^ Y | z Y , ~ ° ^ » ~ µ Ô z
 | | DEBB " f , Y . f . } d ^ z " f ,
 , Y S Y % o i f z c Y Y < S Y , ~ ° ^ ^

UDG	
{ Z < »	Z - f » Y Z
100m x 100m	~ ° ^ ^ Y
100 to 250	Z ~ † { Y
20 m	µ Z Y {
512 Bytes	^ { Y { ~ f]
250 bits	broadcast ~ f]
1.5 to 2 J	Z ~ † ~ i . ^ Y
50 nJ/ bit	Eelec
10 pJ/ bit/ m2	efs
0.013 pJ/ bit/ m4	camp
20	PSO " f , ' . . . Y
20	PSO " f , ' . . . Y
1.5	C1
2.5	C2

¾ à . . . Y k ` y ^ Z e ~ z Z » ` É Z À Z
 f » Y Z a ¾ , Y d Y ^ | F N D ~ f S †
 d y Z q ° e ` a ^ % à { {] % o | Z M Z f
 Z] µ { Z e Z v . Y " ~ % o É f
 ` É { Z - À i a " f , ' . . . Y É Y] » Y
 Z e ^ † { Y | e É Y] ~ ^ ~ {
 | - x % o Z z

c Y < S % o ` f ^ Y |

Y | z » Y % o | M Z] | x Y Z e É Z o d Y f | Y | C Y
 Z - † Z ^ e Y ~ À , - Z] ~ % o ` f d ^

^ First node death

^ Communication cost

Wireless Sensor Networks Lifetime Improvement Utilizing PSO Algorithm

Samaneh Poostfroshan^{1*}, Mehdi Agha Sarram²

1*- Corresponding Author: Department of Electrical and Computer Engineering , Yazd University, Pajhohesh Street, , Yazd, Iran.

2- Department of Electrical and Computer Engineering , Yazd University, Pajhohesh Street, , Yazd, Iran.

^{1*} samaneh.poostfroshan@gmail.com, ² mehdi.sarram@yazd.ac.ir

Abstract- Since there is no fixed infrastructure or centralized management in Wireless Sensor Networks (WSNs), a Connected Dominating Set (CDS) has been proposed as a virtual backbone. In this paper, degree-constrained minimum-weight connected dominating set (DC-MWCDS) problem is used for modeling energy-efficient backbone formation in wireless sensor networks in UDG. DC-MWCDS aims at forming degree-constrained backbone and minimizing the weight of the CDS made for network graph simultaneously. The aim of this paper, is proposing an energy efficient connected dominating set (CDS) scheme in wireless sensor networks, which prolongs the network lifetime. In proposed algorithms, we use an optimal weight based on the minimum residual energy and maximum effective degree of nodes for backbone formation to prolong the network lifetime. The optimal weight coefficients are determined using particle swarm optimization (PSO) algorithm. Then, when selecting nodes for dominating set (DS) formation, these coefficients will be used. If the degree of a node is more than coefficient of degree constraint and energy of a node is less than coefficient of energy constraint, the node won't be selected for DS formation. The message and time complexity of the proposed algorithm is $O(n)$. Simulation results show that proposed algorithms outperforms the other methods in terms of network lifetime.

Keywords- Network virtual backbone, UDG model, Wireless sensor network, Particle swarm optimization algorithm, DC-MWCDS.