sina-pub.ir

خوشه بندی مبتنی بر پروتکل چند مسیره برای شبکه های حسگر بی سیم

چکیده

شبکه های حسگر بی سیم از گره های حسگر با قدرت کم تشکیل شده است. انرژی , محدودیت اصلی گره های حسگر است. در این مقاله هدف ارائه پروتکلی چند مسیره مبتنی بر کلاستر است که از خوشه بندی و چند مسیره برای کاهش انرژی مصرفی و افزایش امنیت استفاده می کند.ایده اصلی برای کاهش بار گرههای حسگر ,دادن مسئولیت بیشتر به ایستگاه پایه است.

معرفی

شبکه حسگر از گره هایی با قدرت و هزینه کم تشکیل شده است.گره ها محیط را حس می کنند و داده هایی برای فشار,حرکت, آتش سوزی, رطوبت و غیره تولید می کنند.گره های حسگر داده ها را به ایستگاه پایه از طریق گرههای میانی میفرستند.با محدودیت انرژی در این شبکه ها, شبکه حسگر به پروتکل مسیریابی با انرژی کارامد برای انتقال داده ها نیاز دارد.داده ها باید از طریق یک مسیر مطمئن به ایستگاه پایه برسند.یک مسیر مطمئن انتقال مجدد داده ها را کاهش می دهد که می تواند ازدحام و انرژی مصرفی را کاهش دهد.

در این مقاله هدف ارائه پروتکل CMRP است که نیازمندی های مذکور را براورده می سازد.روش خوشه بندی ترافیک داده ها در شبکه را کاهش می دهد. استفاده از مسیرهای متعدد برای انتقال داده ها امنیت را افزایش می دهد.اگر مسیر بین سینک و گره حسگر خراب شد, گره مبدا می تواند از بین مسیرهای در دسترس مسیر دیگری را انتخاب کند.روش خوشه بندی و چند مسیره امنیت و کارایی انرژی را افزایش می دهد.

کارهای مرتبط

Bagheriدر [2] پروتکلی را ارئه داد که در آن گرهها توسط سیستم GPS فعال هستند.انتخاب سرکلاستر بر اساس انرژی باقی مانده گرههاست.مسیرهای چند مسیره از طریق سرکلاستر ساخته میشوند.اگر یک مسیر با شکست مواجه شود و خراب شود ,سر کلاستر مسیر دیگری را انتخاب می کند.Quang در [9] یک پروتکل خوشه بندی چند مسیره مبتنی بر رویداد را ارائه داد.هنگامی که یک رویداد تشخیص داده شدهمه گرههای نزدیک رویداد

sina-pub.ir

فعال می شوند.یکی از گرههای نزدیک رویداد که انرژی باقی مانده بیشتری دارد خودش را به عنوان سرکلاستر معرفی میکند و گرههای فعال به سر کلاستر میپیوندند و کلاستر شکل می گیرد.سرکلاستر گره تقویت کننده را انتخاب می کند و از آن در جهت سینک برای شکل گیری مسیرهای متعدد بکاپ می گیردMazaheri در [7] هدفش یک پروتکل مسیریابی ترکیبی چند مسیره مبتنی بر کیفیت بود. در این روش از بین گرههایی که در محدودهr هستند ,سر کلاستر بر اساس انرژی باقی مانده و فاصله تا سینک انتخاب میشود.برای شکل گیری مسیرهای متعدد, سرکلاستر مجموعه ای از سرکلاسترها که در محدوده R هستند براساس انرژی باقیمانده,سایز بافر, فاصله تا سینک و نسبت سیگنال به نویز انتخاب می کنند.Jin در [24] هدفش یک پروتکل خوشه بندی چند مسیره غیر فعال بود.در این پروتکل گرههای نزدیک به رویداد به عنوان کاندیدهای سرکلاسترانتخاب میشوندو تا مدت زمانی منتظر می مانند اگر در این زمان مشخص هیچ آگهی از سرکلاسترهای دیگر دریافت نکنند خود به عنوان سرکلاستر انتخاب میشوند و در محدود خود(R) آگهی مربوط به سرکلاستر بودنش را پخش می کند.گرههایی که در محدوده R/2 هستند به سرکلاستر میپیوندند و کلاستر را شکل می دهند و بقیه گرهها در محدوده R به عنوان کاندید برای کلاستر شدن انتخاب میشوندو همان فرایند را برای شکل گیری خوشه دنبال می کنند و از روش انشعاب سیل آسا برای ایجاد مسیرهای متعدد بین لینک و گره مبدا استفاده می کنند.برای دفعه بعد اگر هیچ منبعی ,رویدادی را شناسایی نکردهمان مجموعه از خوشه ها استفاده میشوند و لی مجموعه جدید از مسیرهای متعدد برای انتقال داده ها نیاز است.

در پروتکل های موجود در[2و9و7و4] سربارسته های کنترلی بیشتر میشود که منجر به مصرف انرژی میشود که بر طول عمر شبکه تاثیر می گذارد.این پروتکل تاکید بیشتری بر قابلیت اطمینان از طریق مسیرهای چندگانه دارد اما تعدادی پارامترهای مربوط به کیفیت مانند تاخیر انتها به انتها ,سربار کنترلی و طول عمر شبکه را نادیده میگیرد.

Zaman در [12] پروتکلی پیشنهاد داد که در آن شبکه به چندین سطح تقسیم میشود در هر سطح یک سرکلاستر انتخاب میشود.سرکلاستر داده ها را از همان سطح جمع آوری می کند و آن را به کلاستر سطح پایین تر با استفاده از روش سیل آسا می دهد. Almalkawi در [1] یک پروتکل ترکیبی ارائه داد که در آن گرهها ناهمگن هستند و به طور تصادفی توسعه داده شده اند. سینک کلاسترهایی را تشکیل می دهد و با پخش بسته

sina-pub.ir

های کنترلی مبتنی بر قدرت دریافت سیگنال کلاسترها را تشکیل می دهد و گرههایی که انرژی بیشتری دارند به عنوان سرکلاستر انتخاب میشوند.سرکلاستر ها در سطح های مختلف طبقه بندی میشود.گرهها داده ها را ازطریق لایه های بالاتر به سرکلاستر تحویل میدهند.برای شکل گیری کلاستر ایستگاه پایه به طور تصادفی تعداد خاصی از سرکلاستر های کاندید با احتمال اعتمادشان را انتخاب می کند .سرکلاسترها وضعیت نقض یکدیگر را چک میکنند.هنگامی که گرهی معیوب تشخیص داده شد آن گره را از شبکه حذف میکند.در میان کاندیدها ,سرکلاستری که انرژی باقیمانده بیشتری داردبه عنوان سرکلاستر انتخاب میشوندو گرههایی که سرکلاسترنیستند به نزدیکترین سرکلاستر متصل میشوند و کلاستر را ایجاد میکنند.برای ایجاد مسیرهای متعدد یک سرکلاستر,سرکلاستری را درمحدوده 2R که کوتاهترین فاصله تا سینک را داشته باشد انتخاب میکند.

Wang در [10] یک پروتکل مسیریابی ترکیبی پیشنهاد داد.هر گره یک شمارش گام (هاپ) دارد که فاصله تا سینک را نشان میدهد. بر اساس تعداد گام ها هر گره , گره والد و چندین گره والد جایگزین را برای ساخت مسیرهای متعدد انتخاب میکند.شبکه به صورت یک درخت است و گره سینک به عنوان گره ریشه در نظر گرفته میشود. با استفاده از ساختار ترکیبی , این روش مقدار ترافیک داده ها انری مصرفی را کاهش میدهد.

Yang در[11] یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر رویداد را ارائه داد به این صورت که گرههای نزدیک رویداد به عنوان سرکلاستر انتخاب میشوند و گرههایی که مقدار آستانه را براورده کنند به سرکلاستر میپیوندند و کلاستر را تشکیل می دهند و از الگوریتم مورچه برای ایجاد مسیرهای متعدد بین سرکلاستر و سینک استفاده میکنند.سرکلاستر به طور پویا مسیری را برای انتقال داده های جمع آوری شده به سینک انتخاب می کند. پروتکلهای[1و7و6و11و10] از هیچ تعادل باری بین گرهها استفاده نمی کنند که بر پایه سوء مدیریت در شبکه است و توان عملیاتی را کاهش میدهد.

هدف پروتکل مسیریابی

گرهها به صورت تصادفی در شبکه توزیع میشوند و گره سینک اطلاعات همسایه های گرههای حسگر را جمع آوری میکند و ماتریس مجاورت همسایه را ایجاد میکند.گره سینک سر کلاستر را شناسایی میکند و مسیر مناسب را انتخاب میکند سپس مسیر انتخابی را به سرکلاستر معرفی میکند.اگر مسیر بین سرکلاستر و سینک با شکست

sina-pub.ir

مواجه شد سینک مسیر دیگری را برای انتقال داده انتخاب میکند.سینک انرژی باقی مانده گرهها را نظارت می کند تا تعادل بار بین گرهها ایجاد شود.

فرضیات

شبکه حسگر ترکیبی از تعداد زیادی گره است و لینکهای ارتباطی بین آنها در محدوده رادیویی است.شبکه به صورت یک گراف G(V,E) نشان می دهد.در اینجا $V=[V1,V2..V_N]$ مجموعه ای از همه گره ها در شبکه را نشان میدهد. ماکسیمم محدوده ارتباطی هر گره R است .E لبه یا لینک بین گرهها را نشان می دهد که لینک بین دو گره به صورت دو طرفه است.اگر مسافت بین دو گره $D(V_I,V_J)<=R$ باشد لینک ارتباطی بین دو گره I,J به صورت مستقیم(یک گام)در غیر این صورت چند گام است.ما یک شبکه حگر که شامل n گره حسگر و یک سینک است در نظر گرفتیم. گرههای حسگر به صورت تصادفی توزیع شده اند و بعد از توسعه ,گرهها ایستا میشوند.ایستگاه پایه دارای حافظه,قدرت محاسباتی و باتری نامحدودی است.سطح انرژی همه گرهها برابر است.گرههای حسگر انرژی محدودی دارندو همه گرهها ناهمگن هستند.قابلیت محاسباتی و ارتباطی آنها یکسان است.در زمان توسعه ,سطح انرژی همه گرهها برابر است .محدوده ارتباطی گره ها مشابه و از قبل تعریف شده است.گرهها می توانند قدرت سیگنالهای دریافتی را تخمین بزنند.

کلاستر مبتنی بر پروتکل چند مسیره (CMRP)

Cmrp یک پروتکل مسیریابی غیر فعال است که همه مسیرهای مورد نیاز از قبل مشخص شده اند.این روش برای شبکه های ایستا مناسب است.CMRP یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر کلاستر است که نیازهای مسیر از سرکلاستر به ایستگاه پایه را براورده می کند.ایستگاه پایه قابلیت پاسخگویی برای محاسبه مسیرها و نظارت بر سطح انرژی گرهها در شبکه را دارد.این پروتکل شامل 4 مرحله است:

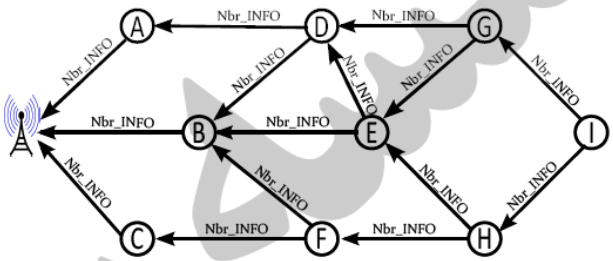
1. کشف همسایه ها و ساختار توپولوژی
2. انتخاب سرکلاستر و شکل گیری کلاستر
3. انتشار داده ها
4. خوشه بندی و مسیریابی مجدد

کشف مسیر و ساختار توپولوژی

sina-pub.ir

بعد از توسعه گرهها در شبکه ایستگاه پایه مرحله کشف همسایه را شروع می کند.در اینجا هر گره حسگر بسته Nbr- DET را یکبار برودکست می کند. در انتهای مرحله کشف مسیر ,هر گره اطلاعاتی در مورد همسایگانش دارد.بعد از کشف مسیر مرحله ساخت توپولوژی شروع میشود در این مرحله هر گره اطلاعات همسایگانش را به ایستگاه پایه می فرستد بدین منظور هر گره از روش مالتیکست به جای سیل آسا استفاده میکند.

گرهها اطلاعات همسایگانشان (مانند شکل) را از طریق گرههای تقویت کننده به ایستگاه پایه میفرستند



گره فرستنده,گره تقویت کننده را از NBR(x) انتخاب میکند و اطلاعات همسایه را به ایستگاه پایه به صورتی که در الگوریتم 1 آمده منتقل میکند

Algorithm 1 Neighbor Discovery and Topology Construction

Data Structure for any sensor node x :
$Nbr(x)$: neighbor set of node x, initialized to ϕ.
$NbrDETSent_x$: set to true when the sensor node x sends $NbrDET$ packet, initialized to false.
$ReceivedNbrINFO(x)$: set of nodes by which node x received the Nbr_INFO packet, initialized to ϕ.

node x receives following packet from node y:

Nbr_DET $:< Nbr_DET, Id_y >$
if $(y \notin Nbr(x))$ **then**
  $Nbr(x) \leftarrow Nbr(x) \cup \{y\}$;
  if $(NbrDETSent_x == false)$ **then**
    $NbrDETSent_x \leftarrow true$;
    $l_rb(Nbr_DET, Id_x)$; ▷ Broadcast Nbr_DET packet
  else
    Drop the packet;
  end if
else
  Drop the packet;
end if

Nbr_INFO $:< Nbr_INFO, Nbr(y), Id_y, Relay_Id >$
if $(Relay_Id == Id_x)$ **then**
  if $(y \notin ReceivedNbrINFO(x))$ **then**
    $ReceivedNbrINFO(x) \leftarrow ReceivedNbrINFO(x) \cup \{y\}$;
    if $(Idx == Id_{BS})$ **then**
      Update the neighbor adjacency matrix using $Nbr(y)$;
    else
      $l_rf(Nbr_INFO, Nbr(y), Id_y, Relay_Id)$;▷ Forward the Nbr_INFO packet to the selected relay node
    end if
  else
    Drop the packet;
  end if
else
  Drop the packet;
end if

sina-pub.ir

هر گره حسگر بسته nbr-info رافقط یکبار برای جلوگیری از ایجاد حلقه در شبکه برای هر گره مبدا میفرستد.بدین ترتیب هر گره لیست اطلاعات دریافتی همسایه را نگهداری می کند.بنابراین ترافیک شبکه را کاهش می دهد و انرزی را حفظ می کند.ایستگاه پایه ماتریس مجاورت همسایه را هنگامی که nbr-info را از گرهها دریافت کرد ایجاد میکند.ماتریس مجاورت همسایه در جدول 1 آمده است

Table 1: Neighbor Adjacency Matrix

	BS	A	B	C	D	E	F	G	H	I
BS	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
B	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
C	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
D	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
E	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
F	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
G	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
H	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

ماتریس به صورت (n+1)×(n+1) است که n تعداد گرهها در شبکه است.ماتریس مجاورت همسایه توپولوژی شبکه و ارتباط گرهها را نشان میدهد.بر اساس این ماتریس,ایستگاه پایه ,سرکلاسترها و مسیرهای مسیریابی از هر کلاستررا انتخاب میکند

شکل گیری کلاستر

بعد از کشف همسایه ها و شکل گیری توپولوژی, شکل گیری کلاستر شروع میشود.ایستگاه پایه انرژی باقی مانده هر گره را محاسبه و نظارت میکند.ایستگاه پایه تعداد خاصی از سرکلاسترها در شبکه را با شرایط زیر انتخاب میکند:

1. هیچ دو سر کلاستری نباید همسایه یکدیگر باشند
2. انرژی باقیمانده سرکلاستر باید بزرگتر از مقدار آستانه باشد
3. هر سرکلاستر باید حداقل k گره همسایه داشته باشد

sina-pub.ir

sina-pub.ir

Let CH = {Set of all cluster heads} and $x \in CH$
$NBR(x)$ = {Set of one hop neighbors of x}
if ($y \in NBR(x)$) then
  $y \notin CH$ ▷ This is the first condition for any node to be a cluster head
end if

Let $E_{threshold}$ = {Threshold energy of any node} and
$E_r(x)$ = {Residual energy of node x}
if ($E_r(x) \geq E_{threshold}$) then
  $x \in CH$ ▷ This is the second condition for any node to be a cluster head
end if

Let n is the alive nodes and
m is the optimal number of cluster heads in the network
Then, $l = \frac{n-m}{m}$ ▷ l is the number of nodes in a cluster
So that, $NBR(x) \geq l$ ▷ This is the third condition for any node to be a cluster head

انتخاب سرکلاستر به 2 فاکتور مستقل وابسته است:یکی انرژی باقی مانده(E_r) و دیگری درجه گره(D)(تعداد همسایه های گره) P_r احتمال اینکه گره x به عنوان سرکلاستر انتخاب شود

$$Pr(x) \propto E_r(x) \times D(x) \qquad (1)$$

بعد از انتخاب سرکلاستر, ایستگاه پایه مسیر بین یرکلاستر و ایستگاه پایه را مشخص میکند. ایستگاه پایه به ماتریس مجاورت همسایه رجوع می کند و معیارهای مطمئن زیر برای مسیریابی تضمین می کند:

1. انرژی باقیمانده از گرههای حسگر در مسیر باید بزرگتر از مقدار آستانه باشد
2. مجموع انرژی مصرفی مسیر باید حداقل باشد

ایستگاه پایه بسته علامتدار را با استفاده از مسیرهای انتخاب شده به سرکلاستر میفرستد

Let P = {Set of nodes in the path}
and $E_r(x)$= {Residual energy of any node $x \in P$}
if ($x \in P$) then
  $E_r(x) \geq E_{threshold}$ ▷ This is the first condition for routing path selection
end if

Let $|P|$ = {number of nodes in the path} and
Let $P_1, P_2, P_3, ...P_j$ are the available paths from the cluster head to the base station.
So, $P = \min_{1 \leq i \leq j}(|P_i|)$ ▷ This is the second condition for routing path selection

بسته CH-INF مسیر را دنبال می کند و سرکلاستر را به دست می آورد.گرههای حسگری که در مسیر هستند یک لینک معکوس از سینک به سرکلاستر تقویت کننده داده ها می سازندهنگامی که سرکلاستر بسته CH-INF را دریافت کند آن یک بسته تصدیق (ACK) به ایستگاه پایه میفرستند.بسته ACK مسیرمعکوس را از جایی که بسته CH-INF می آیند دنبال میکندایستگاه پایه اگر در یک بازه زمانی مشخص بسته تصدیق از سرکلاستر دریافت

sina-pub.ir

نسد.بسته ACK توسط سرکلاستر تولید شده از طریق یک مسیر انتخابی به جلو به سمت ایستگاه پایه می رودبعد از آن سرکلاستر بسته آکهی را برای شکل گیری کلاستر که در الگوریتم 3 نشان داده شده پخش می کند.

Algorithm 2 Cluster Head intimation
Data Structure for any sensor node x :
$PATH(x)$: set of sensor nodes involved in the path between the node x and the base station.
$RTable(x)$: the routing table maintained by each relay node having two columns *cluster head Id* and *next_hop*, initialized to ϕ.

node x receives following packet from node y:

CH_INT $:< CH_INT, Id_y, PATH(ch), Id_{ch} >$
if $(Id_{ch} == Id_x)$ then
  $l_rf(ACK, Id_x, next_hop)$; ▷ Forward the ACK packet to the base station
else
  if $(x \in PATH(ch)$ && $Id_{ch} \notin RTable(x))$ then
    Update the $RTable(x)$ by adding *cluster head Id* as Id_{ch} and *next_hop* as Id_y;
    $l_rb(CH_INT, Id_x, PATH(ch), Id_{ch})$; ▷ Broadcast CH_INT packet
  else
    Drop the packet;
  end if
end if

ACK $:< ACK, Id_y, next_hop >$
if $(next_hop == Id_x)$ then
  if $(Id_x == Id_{BS})$ then
    $Time_out \leftarrow false$;
  else
    Look up the $RTable(x)$ and find the *next_hop* of *cluster head* y;
    $l_rf(ACK, Id_y, next_hop)$; ▷ Forward the ACK packet towards the base station
  end if
else
  Drop the packet;
end if

Algorithm 3 Cluster Head selection and Cluster formation
Data Structure for any sensor node x :
$RSSI(x)$: set of received signal strength of the sender nodes, initialized to ϕ.
$CHSelected_x$: set to true when the sensor node x selected the cluster head, initialized to false.
$ChMbr(x)$: set of cluster members of any *cluster head* x, initialized to ϕ.

node x receives following packet from node y: where $x \notin CH$ and $y \in CH$

CH_ADV $:< CH_ADV, Id_y >$;
$RSSI(x) \leftarrow RSSI(x) \cup RSSI_y$;
After receiving all CH_ADV, node x chooses the node with highest received signal strength as its cluster head.
$SelectedCH_x \leftarrow true$;
$l_rf(CH_JOIN, Id_x, Id_{ch})$; ▷ Send the join request to the cluster head

node x receives following packet from node y: where $x \in CH$ and $y \notin CH$

CH_JOIN $:< CH_JOIN, Id_y, Id_{ch} >$
if $(Id_x == Id_{ch})$ then
  $ChMbr(x) \leftarrow ChMbr(x) \cup y$;
  After receiving all CH_JOIN, node x sends the $ChMbr(x)$ to the base station.
  Broadcast the time-slot schedule to the cluster members.
else
  Drop the packet;
end if

sina-pub.ir

گرههایی که بیش تر از یک آگهی دریافت کنند سرکلاستر را بر اساس RSSI(قدرت دریافت سیگنال) انتخاب می کنندبعد از انتخاب سرکلاستر,گرهها درخواست اتصال را به صورت CH-JOIN میفرستند.سرکلاستر بسته CH-JOIN را ازگره علاقمند دریاف می کند.بعد از دریافت همه درخواستهای اتصال ,سرکلاستر اطلاعات اعضای کلاستر را به ایستگاه پایه میفرستند.برای کاهش ازدحام سرکلاستر از تسهیم زمانی (TDMA) برای اعضای کلاستراستفاده میکند TDMA برای جلوگیری از ازدحام بین اعضای گلاستر و سرکلاستر به کار میرود.

3.2.3 انتقال داده

اعضای کلاستر داده های تولید شده در زمانی که به آنها تخصیص داده شده به سرکلاستر میفرستند و بعد از انتقال داده هایشان به حالت خواب می روند(mode sleep)گرههای حسگر در اسلات زمانی مربوط به خود برای انتقال داده بیدار میشونددر این روش گرههای حسگر انرژی را در خود ذخیره میکنند و سرکلاستر داده ها را جمع آوری میکندو از طریق مسیرهای مشخص به ایستگاه پایه تحویل میدهد.همه گرههای میانی تقویت کننده برای انتقال داده ها به گره بعدی به جدول میانی مراجعه می کنند.هنگامی که داده ها به ایستگاه پایه رسید یک بسته تصدیق به سرکلاستر میفرستد.اگر سرکلاستر هیچ تصدیقی از ایستگاه پایه دریافت نکند داده را دوباره انتقال می دهد.ایستگاه پایه انرژی باقی مانده گرهها را در شبکه نظارت میکند(چون اطلاعات توپولوژی شبکه را دارد)اگر انرژی باقیمانده هر گره کمتر از مقدار آستانه باشدمسیر دیگری را برای آن سرکلاستر انتخاب میکند

کلاستربندی و مسیریابی مجدد

ایستگاه پایه روند مسیریابی و خوشه بندی مجدد را آغاز میکند

برای ایجاد تعادل بار میان گرههای حسگر,ایستگاه پایه انرژی باقی مانده گرهها در شبکه را نظارت میکند.اگر مقدار هر گره کمتر از مقدار آستانه باشد,مسیریابی و خوشه بندی مجدد را بر اساس نقش گروه آغاز میکند.

اگر گره ,یک گره تقویت کننده در مسیر باشد ,ایستگاه پایه مسیر در دسترس دیگری را برای حذف آن گره انتخاب میکند.اگر گره سرکلاستر باشد,ایستگاه پایه سرکلاستر و مسیر متناظر دیگری را انتخاب میکند.

این روش طول عمر شبکه را افزایش می دهد