**پروتکل مسیریابی AODV**

**سوال اول –** در شکل زیر، همبندی شبکه و جداول مسیریابی در زمان t = 0 نمایش داده شده است و مسیریابی در این شبکه با استفاده از پروتکل AODV انجام می­گیرد. فرض می­کنیم مقدار پیش‌فرض اولیه Sequence Number یک گره مقصد در گره‌های دیگر 0 می‌باشد. به علاوه، تا لحظه t = 0، در این شبکه صرفا گره B در حال ارسال اطلاعات به گره J می‌باشد و غیر از این مورد ارتباطی صورت نگرفته است، حال گره G می‌خواهد بسته‌ای را به گره J ارسال کند. با فرض اینکه گره G مقدار اولیه Sequence Number خود را 1 در نظر بگیرد و ارسال هر بسته به گره همسایه ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/10 زمان ببرد، به سوالات زیر پاسخ دهید.

**نکته:** فرمت پیام‌های AODV بر اساس RFC در انتهای فایل آورده شده است. برای پاسخگویی از RFC نیز استفاده نمائید.

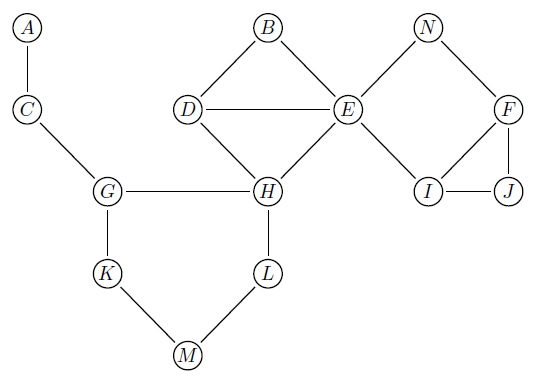


Table 1. Routing Table at E

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | B | 1000 | I | J |
|  |  |  |  |  | .. |

Table 2. Routing Table at I

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | E | 1000 | -- | J |
|  |  |  |  |  | .. |

**الف)** کوتاه‌ترین مسیر بین گره G و گره J با لحاظ گره مبدا و مقصد شامل چه گره‌هایی است؟

**پاسخ:** کوتاه‌ترین مسیر بین این دو گره برابر مسیر زیر است:

G-H-E-I-J

**ب)** فیلدهای اصلی پیام درخواست مسیر[[1]](#footnote-1) ارسالی و جدول مسیریابی بروزشده را در همه گره‌هایی که پیام درخواست مسیر در مسیر کوتاهتر به آن‌ها می‌رسد تکمیل کنید.

**پاسخ:**

پیام درخواست مسیر را G ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 1 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |

جدول مسیریابی G:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
|  |  |  |  |  |  |

وقتی که درخواست از H ارسال می‌شود:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 1 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |

جدول مسیریابی H:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | - | 1 | - | G |

**پاسخ:**

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | I | 1 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | B | 1000 | I | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | - | 1 | H | G |

**ج)** فیلدهای اصلی پیام پاسخ مسیر[[2]](#footnote-2) ارسالی و جدول مسیریابی بروزشده را در همه گره‌هایی که در مسیر این پیام هستند تکمیل کنید.

**پاسخ:**

پیام پاسخ مسیر را E ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1000 | | | | | |
| G | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | I | 1 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | B, H | 1000 | I | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | I | 1 | H | G |

**پاسخ:**

پیام پاسخ مسیر از H ارسال می‌شود:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1000 | | | | | |
| G | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

جدول مسیریابی H:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | E | 1 | - | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | G | 1000 | E | J |

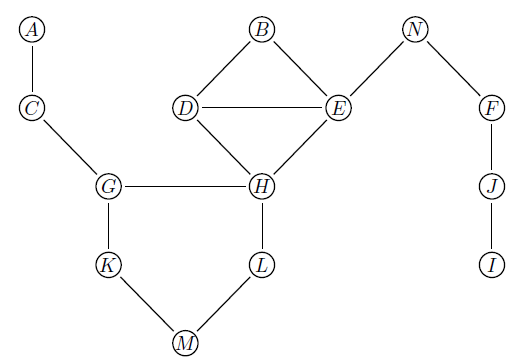
پیام پاسخ مسیر از G ارسال می‌شود:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1000 | | | | | |
| G | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

جدول مسیریابی G:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 4 | - | 1000 | H | J |

**د)** فرض کنید، در میانه ارسال بسته‌های داده، همبندی شبکه به صورت زیر تغییر می‌کند، چه اتفاقاتی می‌افتد؟ به سوالات بالا مجددا پاسخ دهید و فرمت همه پیام‌های تبادل شده را نمایش دهید.



**پاسخ:**

وقتی توپولوژی عوض می‌شود. لینکی که برای ما مهم است که شکسته شده، لینک بین E و I است. E از این شکست مطلع می‌شود و آن را از طریق پیغام Route Error به همسایه‌های فعال خودش ارسال می‌کند. این پیغام به صورت زیر است:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Reserved | N | 3 |
| J | | | |
| 1001 | | | |
| - | | | |
| - | | | |

**در زمان اول**

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | I | 1 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | Infinity | B, H | 1001 | I | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | I | 1 | H | G |

**در زمان دوم**

پس حالا این پیغام به B و H ارسال می‌گردد و جدول مسیریابی‌ها را تغییر می‌دهد:

جدول مسیریابی B:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | Infinity | - | 1001 | E | J |

جدول مسیریابی H:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | E | 1 | - | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 3/10 | Infinity | G | 1001 | E | J |

**در زمان سوم**

حالا H این پیغام روت ارور را برای G که همسایه‌ی اکتیو این ردیف جدول بوده ارسال می‌کند.

جدول مسیریابی G:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | Infinity | - | 1001 | H | J |

در همین زمان RREQ از سمت B به مقصد J ارسال می‌شود:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| B | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

**در زمان چهارم**

پیام درخواست مسیر را E ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| B | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | - | 2 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 3/10 | Infinity | B, H | 1001 | I | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 3/10 | 2 | I | 1 | H | G |

در همین زمان RREQ از سمت G به مقصد J ارسال می‌شود:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

**در زمان پنجم**

پیام درخواست مسیر را N ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| B | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی N:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | - | 2 | E | B |

در همین زمان

پیام درخواست مسیر را H ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی H:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | - | 2 | - | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 3/10 | Infinity | G | 1001 | E | J |

**در زمان ششم**

پیام درخواست مسیر را F ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| B | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی F:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | - | 2 | N | B |

در همین زمان

پیام درخواست مسیر را E ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | - | 2 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 1/10 | Infinity | B, H | 1001 | I | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT \* 1/10 | 2 | - | 2 | H | G |

**در زمان هفتم**

جدول مسیریابی J:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 4 | - | 2 | F | B |

پس به مقصد رسیدیم و باید RREP برای این درخواست ارسال شود

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1002 | | | | | |
| B | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

در همین زمان

پیام درخواست مسیر را N ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

جدول مسیریابی N:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | - | 2 | E | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | - | 2 | E | G |

**در زمان هشتم**

پیام پاسخ مسیر را F به سمت B ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1002 | | | | | |
| B | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

جدول مسیریابی F:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | J | 2 | N | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | N | 1002 | - | J |

در همین زمان پیام درخواست مسیر را به F می‌رسد:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | Reserved | U | D | G | R | J | 1 |
| 2 | | | | | | | |
| J | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

پس چون توی جدول مسیریابی F مسیری به J وجود دارد، پیام پاسخ مسیر را F به سمت G ارسال می‌کند:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Prefix Sz | Reserved | A | R | 2 |
| J | | | | | |
| 1002 | | | | | |
| G | | | | | |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | | | | | |

جدول مسیریابی نهایی F:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | J | 2 | N | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 4 | J | 2 | N | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | N | 1002 | - | J |

**در زمان نهم**

جدول مسیریابی N:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | F | 2 | E | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | F | 2 | E | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | E | 1002 | F | J |

**در زمان دهم**

جدول مسیریابی E:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | N | 2 | - | B |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 3 | B, H | 1002 | N | J |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 2 | N | 2 | H | G |

**در زمان یازدهم**

جدول مسیریابی B:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 4 | - | 1002 | E | J |

جدول مسیریابی H:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 1 | E | 2 | - | G |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 4 | G | 1002 | E | J |

**در زمان دوازدهم**

جدول مسیریابی G:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lifetime | Hop Count | Active neighbors | Seq# | Next hop | Dest |
| ACTIVE\_ROUTE\_TIMEOUT/2 | 5 | - | 1002 | H | J |

**سوال دوم –** با رسم یک شکل، مشخص کنید چگونه در AODV از دو طرفه بودن لینک‌ها اطمینان حاصل می‌کنیم.

**پاسخ:**

به صورت دوره‌ای hello message بین نودها رد و بدل می‌شود تا متوجه شوند که با هم همسایه هستند.

برای دوطرفه بودن هم ابتدا یک نود hello message را برای نود دیگری می‌فرستد و دیگری هم hello message را برای نود قبلی می‌فرستد. بار سوم یک hello message دیگر ارسال می‌شود با این تفاوت که در اینجا مسیر هم به این پیام پیوست می‌شود و طرف دیگر متوجه لینک دوطرفه می‌شود.

Hello message

Hello message

**سوال سوم –** مزایای استفاده از Sequence Number در پروتکل AODV را شرح دهید.

**پاسخ:**

* از ایجاد حلقه جلوگیری می‌کنه
* از طریق اون میشه fresh بودن پیام‌ها رو متوجه شد
* از overhead اضافی وقتی که تصمیم میگیره یک پیام رو drop کنه جلوگیری میکنه

**فرمت پیام‌های مختلف پروتکل AODV:**

Table 3. Route Request packet

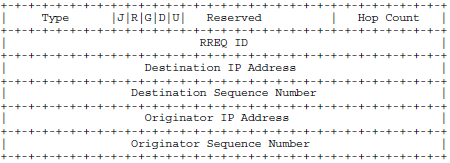


Table 4. Route Reply packet

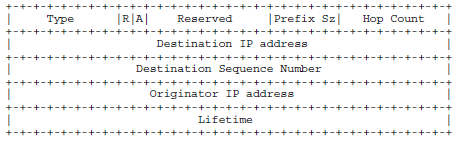


Table 5. Route Error packet

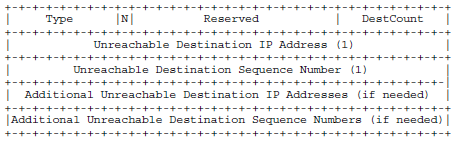


Table 6. Route Reply Acknowledgment packet



1. Route Request (RREQ) [↑](#footnote-ref-1)
2. Route Reply (RREP) [↑](#footnote-ref-2)