

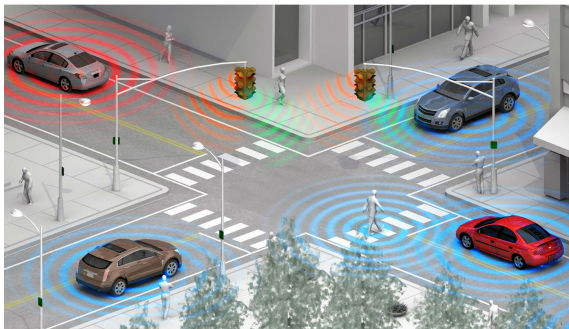
Internet das Coisas e Redes Veiculares (TP-546)

Samuel Baraldi Mafra

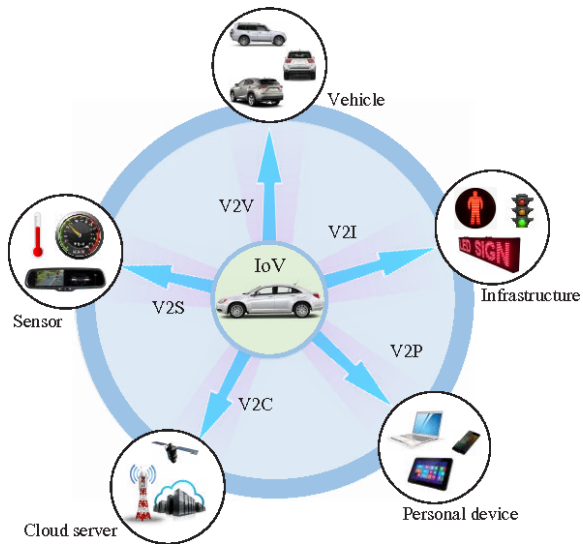


Redes Veiculares

Redes veiculares são redes formadas por veículos automotores e por equipamentos fixos geralmente localizados às margens de ruas ou de estradas.



Internet of vehicles (IOV)



Redes oportunistas ou redes tolerantes a atraso.



Redes oportunistas:

- Uma rede oportunista é uma rede de nós conectados sem fio.
- O alcance da comunicação entre dois nós conectados não é mais do que uma curta distância.
- Os nós são conectados apenas temporariamente e a topologia da rede pode mudar devido à mobilidade do nó ou ativação do nó e desativação do nó, respectivamente.

- Descoberta de nós: Um nó de rede é capaz de descobrir outros nós de rede na faixa de comunicação direta.
- Troca de mensagens em um salto: Um nó é capaz de enviar e receber dados arbitrários de ou para qualquer outro nó na faixa de comunicação direta.
- Comunicação com múltiplos saltos.

Redes tolerantes a atraso:

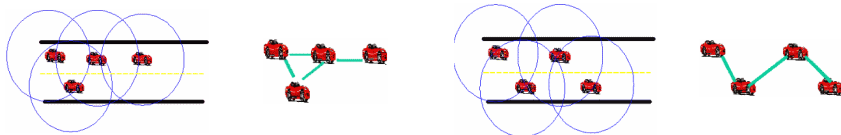
- Redes tolerantes a atraso (DTN) é uma arquitetura de redes de computadores que visa os problemas técnicos em redes heterogêneas nas quais pode haver falta de conectividade de rede contínua (queda de internet).

Fatores ao se levar em conta para categorizar como rede tolerante a atraso

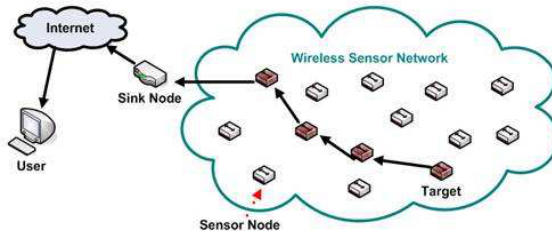
- A idade da informação é definida como o tempo decorrido desde que o último pacote de atualização recebido com sucesso no monitor foi gerado na fonte;
- Importância da mensagem a ser enviada.

Exemplos de redes oportunistas

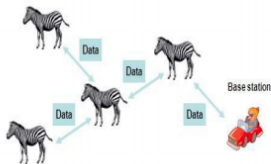
- Mudanças rápidas na topologia. Velocidade relativa alta dos veículos \rightarrow vida útil curta da ligação;
- Fragmentação frequente. Pedacos da rede não conseguem alcançar nós em regiões próximas.
- Diâmetro efetivo pequeno da rede. Um caminho pode deixar de existir quase tão rapidamente quanto foi descoberto (roteamento reativo)



Redes de sensores sem fio

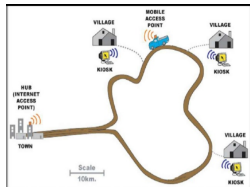


Monitoramento ambiental: Zebranet



- Colares especiais equipados com GPS foram colocados em zebras
- 35.000 zebras em torno de 40.000 quilômetros quadrados.

Daknet



- DakNet, uma rede ad hoc que usa tecnologia sem fio para fornecer conectividade digital assíncrona, é a evidência de que o casamento de serviço sem fio e assíncrono pode de fato ser o início de um caminho para a conectividade universal de banda larga.
- A DakNet foi implantada com sucesso em partes remotas da Índia e do Camboja a um custo duas ordens de magnitude menor do que as soluções tradicionais de linha fixa.

Comunicação com satélites



Guerras/desastres



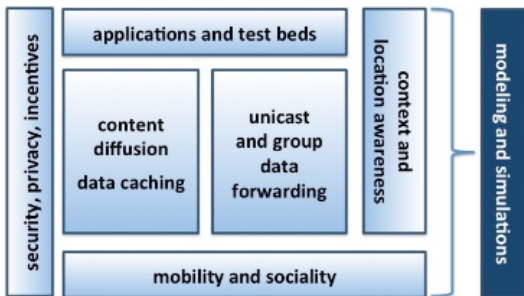
Fatores que contribuem para a dificuldade na disseminação de mensagens:

- Mobilidade dos nós;
- Ficar sem bateria
- instabilidade intrínseca do link sem fio

A conectividade em um caminho ponta a ponta entre a origem e o destino da mensagem pode nunca existir.

- Redes oportunistas transformam este obstáculo, ou seja, a mobilidade, em uma oportunidade, permitindo que os nós carreguem as mensagens com eles enquanto se movem, até que um próximo salto considerado adequado seja encontrado.
- Paradigma armazena, transporta e encaminha (do inglês store, carry, and forward paradigm)

Oportunidades e desafios de pesquisa



Mobilidade e socialidade:

- A conectividade é suportada por tecnologias de comunicação que permitem a comunicação direta entre dispositivos, dos quais Bluetooth e WiFi são as soluções mais populares.
- Os canais de comunicação são estabelecidos quando ocorre um encontro entre dois nós, ou seja, quando eles entram no alcance recíproco do rádio.
- Como os nós são esparsos no sistema, os encontros são esporádicos e dependem do padrão de mobilidade dos nós.

- A importância da mobilidade em redes oportunistas é dupla.
- Por um lado, compreender a mobilidade é essencial para identificar o que pode afetar o desempenho de esquemas oportunistas de entrega de dados.
- Por exemplo, um papel crucial é desempenhado pelo tempo decorrido entre encontros consecutivos para um determinado par de nós.
- Os intervalos de tempo são o principal componente do atraso acumulado por mensagens e descobrir seus recursos a partir de traços de mobilidade real é a chave para investigar o ambiente em que operam os protocolos de entrega de dados.

- Compreender a mobilidade também é essencial para avaliar o desempenho de protocolos para redes oportunistas em condições realistas.
- Para isso, os recursos de mobilidade devem ser incorporados em um modelo de mobilidade para aumentar a precisão dos simuladores.

Comunicação.

- As soluções propostas na literatura podem ser classificadas de acordo com dois paradigmas principais, nomeadamente,
 - centrado nas pessoas;
 - centrado em dados.

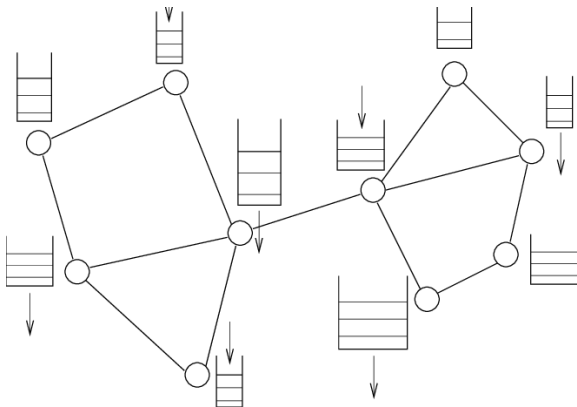
- A abordagem centrada nas pessoas é típica de encaminhamento de dados ("O usuário A deseja se comunicar com o usuário B"), em que os dois pontos finais da comunicação abordam suas identidades recíprocas explicitamente.
- Comunicações de grupo (por exemplo, semelhante a anycast ou multicast) também são consideradas por algumas propostas.

- Na abordagem centrada em dados (que pode ser enquadrada na ideia popular de Rede Centrada em Conteúdo) não são as identidades dos pontos finais que importam, mas a semântica do próprio conteúdo.
- Assim, o conteúdo é produzido rapidamente pelos usuários e é solicitado por outros usuários com base no interesse que eles têm nesses dados. Essa é a perspectiva da difusão de conteúdo.

Ex: Difusão de mensagens de avisos em redes veiculares.

- Ambas as famílias de políticas de troca de dados podem ser afetadas pelos mecanismos adotados para o gerenciamento de buffers de mensagens limitados e substituição de cache.

- A importância do planejamento de buffers.
- Os buffers possuem a mesma importância em redes oportunistas que as baterias em redes sem fio.



Os principais objetivos do gerenciamento de buffer são

- (a) excluir as informações redundantes do sistema;
- (b) formular uma estratégia de fila razoável;
- (c) controlar o congestionamento;
- (d) construir a política de substituição de cache.

- Os esquemas de encaminhamento de dados podem ser classificados em duas grandes categorias de esquemas sociais inconscientes e sociais (também conhecidos como esquemas aleatórios vs. esquemas baseados em serviços), com base na quantidade de informações que exploram para tomar decisões de encaminhamento.

- Em protocolos alheios ao social, um certo número de réplicas de mensagens (possivelmente infinitas) é difundido aleatoriamente no ambiente, na esperança de que um dos proprietários da réplica chegue ao destino.
- O desempenho dessas soluções geralmente melhora com o aumento do número de réplicas.

- Em contraste, em protocolos com consciência social, os nós tentam estimar as diferentes probabilidades que outros nós têm de encontrar o destino de uma mensagem armazenada em buffer, de modo a retransmiti-la para o próximo salto mais promissor em termos de probabilidade de entrega bem-sucedida.
- A estimativa é geralmente inferida da observação dos padrões de encontro anteriores, supondo que as pessoas apresentam hábitos de movimento que de alguma forma se repetem com o tempo.
- Os protocolos com consciência social são normalmente mais precisos para chegar ao destino, mas ao preço de armazenar uma quantidade possivelmente grande de informações contextuais.

Consciência de contexto e localização.

- A aprendizagem e gestão de contexto consiste na aquisição e atualização de uma grande quantidade de informações sobre o ambiente em que os usuários estão imersos. Essas informações podem ser, por exemplo, a frequência com que outros nós são encontrados, a força das relações sociais que existem entre os usuários, os locais regularmente visitados, o tipo de conteúdo em que os nós encontrados estão interessados, etc. Essa abundância de informações está na base de alguns dos modos operacionais mais interessantes das redes oportunistas.

Localização

- A possibilidade de determinar a posição atual do dispositivo, pode ser aproveitada para filtrar os dados disponíveis nos dispositivos de outros usuários e ambientais de forma a customizar os serviços e conteúdos fornecidos pela rede oportunista ao usuário.
- A análise deste aspecto é útil para o projeto de aplicativos e mecanismos de difusão / encaminhamento de dados.

Segurança e privacidade

- A segurança em redes oportunistas engloba privacidade, confidencialidade e aplicação de confiança e cooperação. Em redes oportunistas, os nós tomam decisões de encaminhamento com base no conteúdo do pacote e / ou no contexto.
- Como resultado dos requisitos de confidencialidade e privacidade, tais informações devem ser criptografadas. Portanto, o grande desafio é resolver o conflito entre criptografia e encaminhamento oportunista, permitindo que os mecanismos de rede operem em dados criptografados sem descriptografá-los.

- Outro aspecto crítico em redes oportunistas é a falta de infraestrutura. Os nós formam uma rede temporária sem a ajuda de nenhuma infraestrutura de segurança e sem nenhuma relação de comércio a priori.
- A falta de infraestrutura de segurança e a escassez de recursos estimulariam inerentemente os nós para um comportamento egoísta.
- A cooperação indutora entre os nós pode ser baseada em alguns mecanismos de recompensa e / ou reputação e no uso de algumas informações contextuais adicionais, como os contatos sociais (amigos) dos nós de comunicação.

Protocolos de roteamento:

- A arquitetura de redes tolerantes a atrasos define vários tipos de contatos: agendados, oportunistas e previstos.
- Podem existir contatos agendados, para por exemplo, entre uma estação base em algum lugar da terra e um satélite relé de baixa órbita.
- Contatos oportunistas são criados simplesmente pela presença de duas entidades no mesmo lugar, em reunião que não foi agendada nem previsto.
- Finalmente, os contatos previstos também não são programados, mas as previsões de sua existência podem ser feitas através da análise de observações anteriores.

- Como a rede sofre de problemas de conectividade, algoritmos de roteamento, como Optimized Link State Routing Protocol-OLSR, com base no espalhamento de informações de controle, ou Ad-hoc On Demand Distance Vector- AODV, que está sob demanda, falha em alcançar o roteamento.

- Em esquemas baseados em inundação, um nó recebe pacotes, os armazena em seus buffers, carrega-os enquanto se move e os encaminha para outros nós quando eles se encontram.
- A pulverização excessiva de múltiplas cópias na rede causa congestionamento sério e esgota o espaço de buffer dos nós, influenciando dramaticamente o desempenho da transmissão.

- Oportunista: um nó espera para encontrar o destino a fim de transferir seu pacote. A principal vantagem deste método é que envolve apenas uma transmissão por pacote.
- Aleatório: quando um nó está em um local e o destino do pacote não está lá, o nó transfere o pacote para um vizinho escolhido aleatoriamente. Há uma regra para evitar loops locais: um nó só pode lidar com um pacote uma vez por visita ao local.

- Mobyspace¹;
- Disseminar a informação para nós com padrão de mobilidade semelhante ao nó de destino;
- Espaço Euclidiano;
- Os nós são móveis e possuem recursos de rede sem fio.
- Eles podem se comunicar juntos somente quando estão dentro do alcance de transmissão.
- A rede sofre frequentes interrupções de conectividade, tornando a topologia intermitente e parcialmente conectada.

¹J. Leguay, T. Friedman and V. Conan, "Evaluating Mobility Pattern Space Routing for DTNs," Proceedings IEEE INFOCOM 2006. 25TH IEEE International Conference on Computer Communications, Barcelona, 2006, pp. 1-10, doi: 10.1109/INFOCOM.2006.299.

- Se quisermos rotear um pacote de um nó para outro, temos um interesse em considerar as informações sobre esses contatos como formando um espaço virtual.
- Cada contato possível é um eixo, e a distância ao longo desse eixo indica uma medida da probabilidade de contato.
- Dois nós que têm um conjunto semelhante de contatos que se veem com frequências semelhantes estão próximos neste espaço, enquanto nós que têm conjuntos de contatos muito diferentes, ou que veem os mesmos contatos, mas com frequências muito diferentes, estarão distantes.
- Conhecimento da movimentação dos nós em diferentes eixos.

- Se as visitas dos nós a locais específicos podem ser rastreadas, o padrão de mobilidade de um nó pode ser descrito por suas visitas a esses locais.
- Neste cenário, cada eixo representa um local, e a distância ao longo do eixo representa a probabilidade de encontrar um nó naquele local.
- Podemos imaginar que nós que têm probabilidades semelhantes de visitar um conjunto semelhante de locais têm mais probabilidade de se encontrar do que nós que são muito diferentes nesses aspectos.

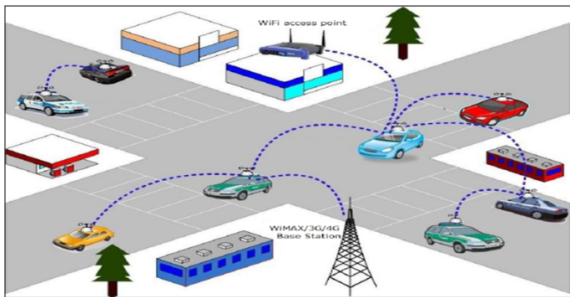
- Shortest Expected Path Routing (SEPR) ²
- Os nós com o menor comprimento de caminho esperado para o destino são selecionados como encaminhadores.
- Localização e noções de probabilidade;

²Kun Tan, Qian Zhang, & Wenwu Zhu. (n.d.). Shortest path routing in partially connected ad hoc networks. GLOBECOM 03. IEEE Global Telecommunications Conference (IEEE Cat. No.03CH37489).

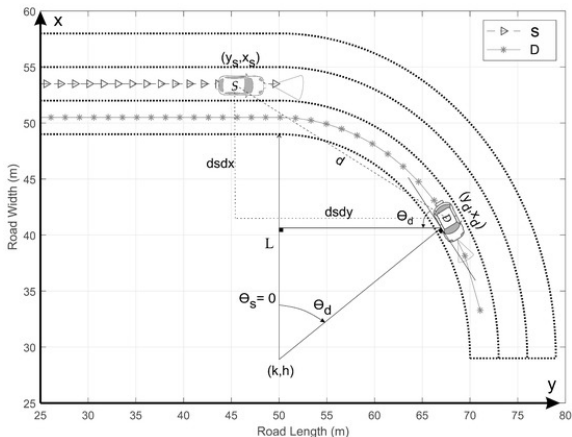
- Maxprop³;
- Estimando a maior probabilidade de entrega de vizinhos ao destino com base na frequência de encontros com o destino;
- MaxProp se baseia na priorização da programação de pacotes transmitidos para outros pontos e da programação de pacotes a serem descartados.
- Essas prioridades são baseadas nas probabilidades de caminho para os pares de acordo com dados históricos e também em vários mecanismos complementares, incluindo reconhecimentos, uma vantagem inicial para novos pacotes e listas de intermediários anteriores.

³Burgess, J.; Gallagher, B.; Jensen, D.; Levine, B.N. Maxprop: Routing for vehicle-based disruption-tolerant networks. In Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Computer Communications, Barcelona, Spain, 23-29 April 2006; pp. 1-11.

- Protocolos de roteamento de redes veiculares
 - Localização;
 - Topologia;
 - Infraestruturas;
 - Densidade de veículos.



Cenário comunicação com luz visível⁴



⁴Cuba-Zúñiga, D.J.; Mafra, S.B.; Mejía-Salazar, J.R. Cooperative Full-Duplex V2V-VLC in Rectilinear and Curved Roadway Scenarios. Sensors 2020, 20, 3734.

- GeoSpray⁵
- Toma decisões de roteamento com base em dados de localização geográfica e combina uma abordagem híbrida entre esquemas de cópias múltiplas e cópias simples.
- Primeiro, ele começa com um esquema de múltiplas cópias, espalhando um número limitado de cópias do pacote, a fim de explorar caminhos alternativos.
- Em seguida, ele muda para um esquema de encaminhamento, que aproveita oportunidades de contato adicionais.

⁵Soares, V. N. G. J., Rodrigues, J. J. P. C., & Farahmand, F. (2014). GeoSpray: A geographic routing protocol for vehicular delay-tolerant networks. Information Fusion, 15, 102?113. doi:10.1016/j.inffus.2011.11.003

GeoSpray é baseado no seguinte design princípios:

- Apoiar um paradigma de rede oportunista (onde veículos são usados oportunisticamente para transportar dados entre nós) e a entrega de pacotes com base no paradigma storecarry-and-forward.
- Usar informações de localização geográfica fornecidas por dispositivos de posicionamento para tomar decisões de roteamento.
- Empregar um esquema de roteamento de múltiplas cópias, com um estrito limite superior do número de cópias por pacote, combinado com uma estratégia de encaminhamento de encaminhamento, para melhorar o tempo entrega de pacotes em rotas multi-hop.
- Apagamento de pacotes (em nós intermediários) que já foram entregues aos destinos.

Solução: Redes híbridas

- RF/VLC;
- Wi-Fi/4G.