

Uma Proposta de Aplicação Multimídia para Entretenimento com Internet das Coisas

Matheus Roberto Oliveira^{1,2}, Maurício M. Neto¹, Emanuel Ferreira Coutinho^{1,2}

¹IBITURUNA – Grupo de Pesquisa em Computação em Nuvem e Sistemas

²Instituto Universidade Virtual (UFC Virtual)

Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza – CE – Brasil

matheusrobsilva@gmail.com, maumneto@alu.ufc.br, emanuel@virtual.ufc.br

Abstract. *Nowadays, Internet of Things (IoT) has been much discussed in both academia and industry. Its application is increasingly integrated with our reality and it promises to grow even more. In this context, many applications can be developed and serve various areas such as education, transportation, agriculture and health. Multimedia applications can be considered all programs and systems in which the communication between human and computer occurs through multiple means of information representation, such as sound and animated image. This work has as main objective to present an overview of IoT and to exemplify a multimedia application that uses some IoT concepts and technologies.*

Resumo. *Atualmente a Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) tem sido bastante discutido tanto na academia quanto na indústria. Sua vasta gama de aplicações é cada vez mais integrada a nossa realidade e promete um crescimento ainda maior. Neste contexto, muitas aplicações podem ser desenvolvidas para diversas áreas como educação, transporte, agricultura e saúde. As aplicações multimídias podem ser considerados como programas e sistemas em que a comunicação entre homem e o computador se dá através de múltiplos meios de representação da informação, como som e imagem animada. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma visão geral de IoT e exemplificar uma aplicação multimídia que utiliza alguns conceitos e tecnologias utilizadas em IoT.*

1. Introdução

Um termo que ultimamente tem sido muito discutido é a Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT). É possível considerar que a IoT é uma rede, que pode ser pequena ou de grande porte, de objetos físicos (computadores, aparelhos telefônicos, geladeiras, veículos, prédios, etc) que possuem poder computacional e tecnologias embarcadas como sensores e atuadores, além de, possuir formas de conectividade com internet, capacitando-as para coletar e transmitir dados [Shah e Yaqoob 2016]. Neste contexto, a IoT passa a ser ainda mais interessante quando as informações coletadas dos diversos dispositivos são combinadas com os dados de outros dispositivos ou sistemas, gerando novas informações e bases históricas [Shah e Yaqoob 2016, Islam et al. 2015].

Um grande impacto que a IoT está tendo na sociedade pode ser demonstrada em uma pesquisa¹ recente, promovida pela *Inmarsat*, sobre o futuro da IoT na sociedade. Nesta pesquisa, 500 funcionários de organizações/empresas que estavam envolvidos em soluções para IoT foram entrevistados. A pesquisa reforçou que IoT é a tecnologia para a transformação digital que atualmente se espalha pelo mundo. Diversas organizações estão utilizando IoT em uma vasta gama de aplicações e domínios, como saúde, transporte e educação [Islam et al. 2015]. Nesta mesma pesquisa (que teve como foco as áreas de agricultura, mineração, energia e transporte) foram discutidos os três maiores benefícios providos pelo uso da IoT:

- Melhoria na saúde e segurança em toda a organização;
- Maior produtividade da força de trabalho;
- Capacidades aprimoradas de entrega de serviços.

Entretanto, os três maiores desafios destacados foram: problemas de conectividade, integração das tecnologias de IoT com plataformas existentes e complexidade da infraestrutura existente.

Nesse âmbito, IoT possibilita a conexão de “pessoas” e “coisas” a qualquer momento, em qualquer local, com qualquer coisa e por qualquer pessoa [Guillemin e Friess 2009]. Neste cenário, muitas aplicações podem ser desenvolvidas e servirem a diversas áreas e aplicações próximas de nossa realidade, tais como laboratórios inteligentes [Oliveira et al. 2015][Oliveira et al. 2017], estacionamentos inteligentes [Coutinho et al. 2017] e sistemas de tráfego e de saúde [Islam et al. 2015].

Um exemplo de aplicabilidade da IoT de maneira integrada e aplicada à educação é seu estudo nas disciplinas de Engenharia de Software, Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos e Aplicações Móveis. Essa disciplinas podem encaixar perfeitamente as ideias de IoT em suas ementas e trabalhos, e assim trabalhar de maneira integrada e útil à sociedade. Além disso, a IoT promove uma interdisciplinaridade, uma vez que ela termina por integrar diferentes realidades e necessidades, seja do cotidiano das pessoas ou de outras aplicações. Particularmente em Engenharia de Software, disciplina onde a interdisciplinaridade pode ser muito bem aplicada, a IoT pode estar envolvida desde fases iniciais do desenvolvimento do software (negociações com clientes e requisitos iniciais) até fases posteriores à implantação das aplicações, para fins de manutenção e evolução. Uma estratégia interessante seria utilizar professores de diferentes áreas como clientes para a disciplina de Engenharia de Software [Coutinho e de Oliveira Moreira 2017]. Assim, requisitos de IoT teriam que ser especificados e os serviços projetados.

Um outro tipo de aplicação que cresceu muito com a difusão da internet são as aplicações multimídia. Por multimídia entendemos que todos os programas e sistemas em que a comunicação entre o homem e o computador se dá através de múltiplos meios de representação da informação, como som e imagem animada, além da imagem estática utilizada em aplicativos gráficos [Paula Filho 2011]. Nesse sentido, a multimídia requer, especificamente, o computador como meio de apresentação devido as suas características únicas, tais como:

- Acesso não linear: a informação é rapidamente acessível de forma não linear, ou seja, o usuário não fica preso a uma sequência de tempo, como o leitor de um livro, o ouvinte de uma palestra ou o espectador de um filme;

¹The Future of IoT in Enterprise - 2017 - Inmarsat Research Programme - <http://research.inmarsat.com/>

- Interatividade: a situação do usuário diante do computador pode não ser a de um espectador passivo, mas de participante de uma atividade;
- Integração com os programas e aplicativos: dependendo do caso, o computador pode executar cálculos, pesquisas em bases de dados e outras tarefas normais de qualquer aplicativo.

Existe uma grande variedade de produtos multimídia, mas uma classificação que pode ser utilizada é a divisão em títulos, *sites* e aplicativos [Paula Filho 2011]. Os títulos indicam um grau de comportamento mais rígido, pois comportam-se mais como um documento do que como programas propriamente ditos. Sua flexibilidade é embutida, em geral, em programas, visualizadores ou navegadores *web*. Sites podem ser considerados como títulos hipermídias colocados em um servidor *web* e visualizados remotamente na máquina do cliente por meio de um navegador, compostos de páginas escritas em uma linguagem específica, com a navegação realizada por meio de hiperligações (*hyperlinks*). Além de texto e hiperligações, os *sites* podem conter material multimídia como *plugins*. Aplicativos com interface multimídia são aplicativos desenvolvidos em ambientes convencionais de desenvolvimento, que utilizam também recursos gráficos estáticos e dinâmicos (som e animações) para enriquecer a comunicação entre usuários. Podemos citar por exemplo: jogos que não exijam processamentos complexos ou síntese de imagem ou som em tempo real; aplicativos educacionais básicos; e aplicativos de produtividade pessoal (agendas, geradores de relatório, etc).

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma visão geral da IoT e exemplificar uma aplicação multimídia em alto nível que utiliza alguns conceitos e tecnologias da IoT. O restante do artigo está dividido nas seguintes seções: a Seção 2 apresenta alguns conceitos relacionados a IoT; a Seção 3 apresenta alguns trabalhos relacionados de aplicações multimídia com IoT com foco em entretenimento; a Seção 4 exhibe um exemplo de aplicação multimídia para IoT; e por fim, na Seção 5 as conclusões e trabalhos futuros são apresentados.

2. Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*)

Na literatura existem diversas definições para a IoT. Algumas delas focam mais em tecnologias enquanto outras tem o foco nas aplicações. A IoT é um novo paradigma que combina aspectos e tecnologias provenientes de diferentes abordagens [Borgia 2014]. A computação ubíqua e pervasiva, redes de computadores, sistemas distribuídos, tecnologias de sensoriamento, tecnologias de comunicação e sistemas embutidos ou embarcados são mescladas para formar um sistema onde os mundos, real e digital, se encontram e estão continuamente em interação simbiótica [Shah e Yaqoob 2016]. O objeto inteligente é o elemento básico na visão do IoT. Ao colocar poder computacional em objetos cotidianos, eles são transformados em objetos inteligentes capazes não só de coletar informações do meio ambiente e interagir/atuar no mundo físico, mas também para conectarem entre si, através da internet com intuito de trocar dados e informações.

Segundo [Yang et al. 2017], a IoT é uma coleção de “coisas” embutidas em eletrônicos, software, sensores, atuadores e conectados pela internet para coletar e trocar dados uns com os outros. Os dispositivos IoT estão equipados com sensores e tem poder de processamento que os permitem ser implantados em muitos ambientes. A Figura 1 apresenta uma variedade de aplicações comuns de IoT, as quais incluem: casas inteligentes (*Smart Home*), cidades inteligentes (*Smart Cities*), redes inteligentes (*Smart Grids*),



Figura 1. Domínios de Aplicações IoT [Yang et al. 2017]

saúde (equipamentos e cuidados), veículos, computação vestível (*Wearable*), automação industrial (indústria 4.0), dentre outros.

A IoT é um conceito em evolução com uma gama crescente de aplicações que levam ao desenvolvimento de novas tecnologias e métodos para a melhoria do ambiente em que estão inseridas [Fallavi et al. 2017]. No contexto de IoT, as “coisas” estão conectadas e podem ser controladas pela internet. A IoT torna bilhões de dispositivos hábeis a se conectarem à rede para coletar e trocar informações em tempo real, fornecendo diversos serviços inteligentes [Bera et al. 2017]. Assim, a IoT permite que os dispositivos conectados sejam controlados e acessados remotamente na presença de uma infraestrutura de rede adequada.

O avanço de tecnologias como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação sem fio e sensoriamento permitiu o surgimento do paradigma de IoT [Lin et al. 2017]. Segundo [Lin et al. 2017] e [Neto et al. 2017], a IoT pode ser definido como um conjunto de dispositivos conectados a internet capazes de monitorar e atuar no ambiente. Os objetos inteligentes são objetos do dia-a-dia que possuem recursos de processamento e comunicação, juntamente com sensores para capturar os dados do ambiente [Neto et al. 2017].

O avanço na computação pervasiva e na comunicação de rede de computadores permitiu o crescimento da coleta de dados [da Costa et al. 2015]. Os dispositivos modernos como *smartphones*, dispositivos domésticos inteligentes, televisores inteligentes e dispositivos vestíveis inteligentes podem ser conectados em redes públicas e privadas, aumentando a capacidade de monitorar o meio ambiente e aqueles que usam tais dispositivos. Estes dispositivos geram milhões de dados e informações diariamente.

A Figura 2 ilustra o conceito geral da IoT onde cada aplicação específica de domínio (um mercado vertical) está interagindo com serviços independentes do domínio, enquanto que em cada domínio os sensores e atuadores se comunicam diretamente entre si [Al-Fuqaha et al. 2015]. Além disso, o impacto econômico desses domínios distintos



Figura 2. A integração entre as áreas diversas (domínios) possibilitada pela IoT [Al-Fuqaha et al. 2015]

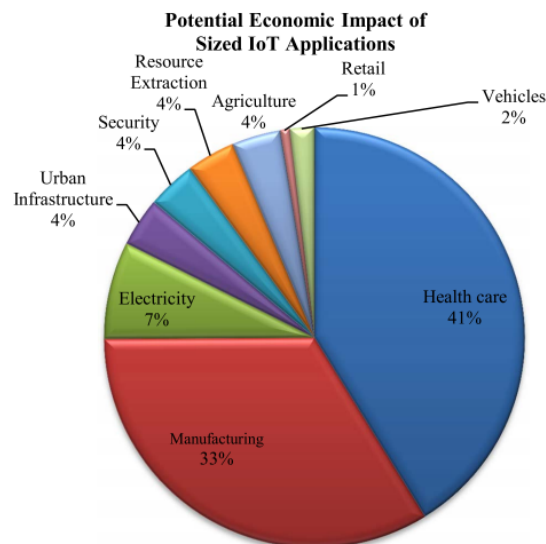


Figura 3. Participação de mercado projetada das aplicações IoT dominantes até 2025 [Institute 2013][Al-Fuqaha et al. 2015]

também é alvo de diversas projeções. A Figura 3 exibe a parcela de mercado projetada das aplicações IoT dominantes [Institute 2013][Al-Fuqaha et al. 2015].

As potencialidades oferecidas pelo IoT permitem o desenvolvimento de uma grande quantidade de aplicações, das quais apenas uma parte muito pequena está atualmente disponível para a nossa sociedade [Atzori et al. 2010]. Existem diversos domínios

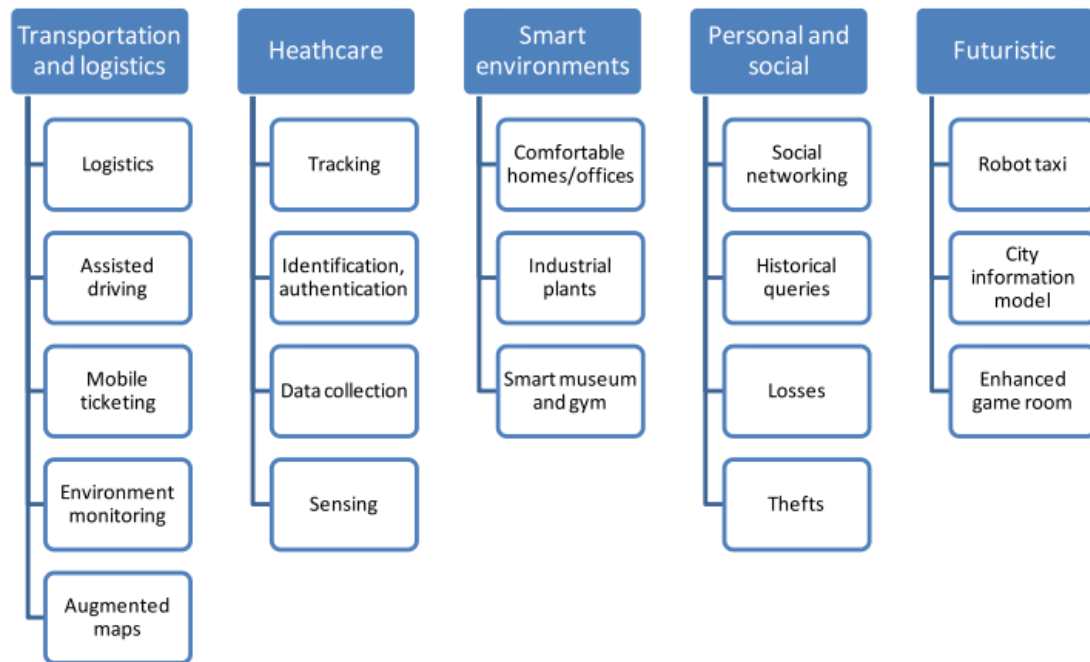


Figura 4. Domínios de aplicações e relevantes e principais cenários [Atzori et al. 2010]

e ambientes em que novas aplicações provavelmente melhorarão a qualidade de nossas vidas: em casa, em viagens, em ambientes hospitalares, no trabalho, ao praticar exercício físico, etc.

Esses ambientes agora estão equipados com objetos comuns, na maioria das vezes sem qualquer capacidade de comunicação. Dando a esses objetos a possibilidade de se comunicarem uns com os outros e gerar informações captadas dos arredores implica em ter ambientes diferentes onde uma ampla gama de aplicativos podem ser implantados. Estes podem ser agrupados nos seguintes domínios: domínio de transporte, logística, saúde, ambientes inteligentes (ex: casa, escritório, planta), pessoal e social.

Entre as possíveis aplicações, podemos distinguir aquelas que são diretamente aplicáveis ou mais próximos de nossos hábitos atuais e aquelas futuristas, que só podemos admirar no momento, já que as tecnologias e/ou sociedade não estão prontas para sua implantação (Figura 4).

Um elemento comum em ambiente de IoT é o *gateway*. Para a IoT, o *gateway* funciona como parte de um sistema “*hub and spoke*” [Venkatesan et al. 2017]. Nesse modelo de sistema, aparelhos como sensores, computadores, entre outros, trocam informações com o *gateway* (ou *hub* central) e que por sua vez troca informações com a rede ou o centro de dados, funcionando como uma ponte entre a origem e o destino final de dados.

O uso de *gateways* no cenário de IoT traz várias vantagens: comunicação entre diferentes tipos de protocolos, permitindo a conexão entre diferentes aparelhos; pré-processamento de dados; aumento de segurança (privacidade dos dados); conectividade a longa distância, entre outros [Venkatesan et al. 2017]. A Figura 5 ilustra o papel de um *gateway* em um ambiente de IoT.

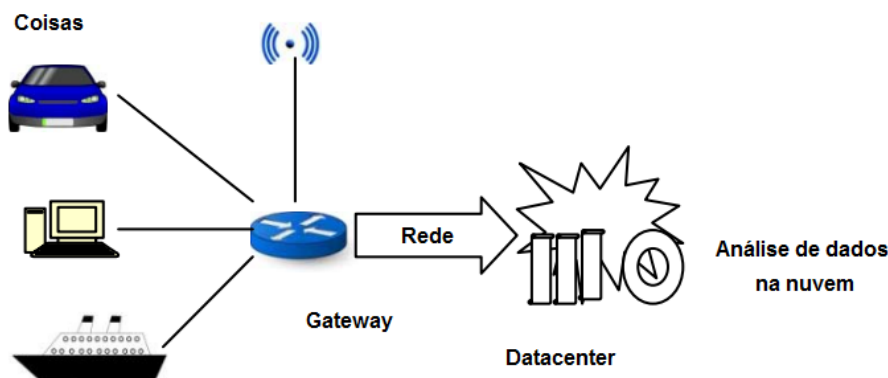


Figura 5. Infraestrutura genérica para IoT usando um gateway
[Venkatesan et al. 2017]

3. Trabalhos Relacionados de Aplicações Multimídia com IoT com Foco em Entretenimento

Este artigo tem como foco apresentar conceitos de IoT. Adicionalmente, propusemos uma visão geral de uma aplicação que usa uma ambiente de IoT para se ter uma noção das possibilidades que a IoT permitiria. Para isso, a aplicação proposta tem foco em entretenimento, assim como os artigos comentados ao longo desta seção.

IoT assume que objetos possuem funcionalidades digitais e podem ser identificados e rastreados automaticamente [Kranz et al. 2010]. Essa capacidade possibilita o desenvolvimento de diversas aplicações nas mais variadas áreas. [Kranz et al. 2010] desenvolveram vários protótipos para explorar novas formas de interação homem-computador, habilitado pela IoT e tecnologias relacionadas. Neste mesmo trabalho, quatro estudos de caso foram realizados: utilitários para cozinha, entrada capacitiva de toque em roupas, computação embutida para entretenimento e esportes, e aplicação em pequenos objetos incorporados.

[Lochrie et al. 2015] examinaram tintas condutoras e a conectividade *web* de objetos impressos, que fazem parte de um subcampo emergente dentro da IoT e papel. Essa pesquisa está começando a explorar uma variedade de usos da mídia, como jornais interativos, livros e também ambientes de jogos através de um protótipo para IoT denominado EKKO, que é um um clipe que permite que estruturas de tinta condutoras detectem a interação do toque humano, revelando conteúdo de mídia através de uma aplicação móvel. O clipe é um dispositivo IoT que inclui a tecnologia onde as interações são possíveis, semelhante a um dispositivo móvel.

[Pokrić et al. 2015] descreveram uma abordagem para o envolvimento da comunidade com base em jogos sérios incorporando a integração dos mundos físico e digital através da agregação da IoT com visualização de dados em Realidade Aumentada. O serviço IoT possui monitoramento em tempo real da qualidade do ar e outros dados ambientais da condição atmosférica. A visualização de dados baseia-se em métodos Realidade Aumentada sem marcadores otimizados e adaptados para as plataformas móveis. Usando essas tecnologias, consegue-se demonstrar o uso de dados ambientais em tempo real em um jogo sério desenvolvido com o objetivo de possibilitar uma forma mais divertida e

atraente de conscientização sobre questões ambientais.

[MyounJae 2016] apresentaram um estudo sobre o desenvolvimento de jogos no ambiente IoT, descrevendo formas de aplicação desta tecnologia no jogo. Também são descritos fatores de planejamento do jogo para um ambiente IoT, como gráficos, som, cenário, caracteres de interface e itens. Por fim, os autores descrevem fatores de segurança a serem considerados ao desenvolver os jogos no ambiente IoT são descritos.

[Melthis et al. 2016] apresentaram topologias que podem ser utilizadas para *Smart Serious Games* (SSGs) e uma possível aplicação de SSG, acompanhada pela topologia proposta. Três topologias foram sugeridas para pontos de acessos: híbrido, interligado e ponto-a-ponto. Essas topologias atendem a maioria dos jogos que utilizam a entrada sensorial, distribuídas por uma rede. A aplicação potencial de SSGs para manipular comportamentos reforça a inclusão de dados do mundo real para entender os efeitos dos eventos diários sobre o comportamento.

[Ajam e Mu 2017] apresentaram um trabalho em andamento para permitir experiências de TV *online* imersivas e interativas em vários dispositivos. O projeto abrange três aspectos essenciais: criação de conteúdo, descoberta de dispositivos e orquestração de mídia entre dispositivos. Este artigo estudou os requisitos técnicos e de usuários para permitir a experiência de TV online imersiva em vários dispositivos inteligentes, apresentando um projeto detalhado com os principais componentes funcionais que interpretam o *design* de experiência de alto nível, mapeando para dispositivos descobertos e orquestrando a reprodução de mídia. Os autores planejam demonstrar o trabalho e solicitar *feedback* dos pesquisadores da comunidade.

[Catherwood et al. 2015] apresentaram uma análise para o campo de dispositivos não-médicos de implantação corporal. Existem várias áreas-alvo para tecnologias implantáveis, tais como controle automático de gestos, sensores hápticos e implantes de detecção de movimento para controle de dispositivos em casa, trabalho, carro, jogos, etc, que oferecem níveis mais altos de integração, interação e diversão para o usuário. Outros dispositivos incluem implantes auditivos ou retinais para recuperar a perda de audição ou visão ou melhorar os sentidos naturais e também para dispositivos de comunicação embutidos. Essa tecnologia possui muitos pontos fortes aplicáveis a vários mercados, incluindo entretenimento, redes sociais, segurança, consumo, comunicações, cuidados de saúde e aprimoramento do corpo humano. Entretanto, existem ameaças à incorporação da tecnologia que incluem medos sociais sobre aspectos como efeitos adversos para a saúde, desumanização, violação de direitos humanos e privacidade social.

4. Proposta de Aplicação Multimídia com IoT

Para o estudo de aplicações multimídia em IoT, propusemos uma visão geral de como um ambiente poderia ser utilizado com a interação entre o ser humano, dispositivos digitais e aparelhos de sensoriamento. A aplicação focou no domínio de entretenimento, não se atendo a detalhes técnicos.

4.1. Descrição do Jogo *High-Striker*

O jogo *high-striker* tradicional consiste de uma torre com um sino no topo, um peso que se move na vertical, uma marreta e uma plataforma que funciona como alvo. O jogador utiliza a marreta para acertar a plataforma. A força aplicada nessa marreta servirá para



Figura 6. Exemplo de utilização do *high-striker* tradicional

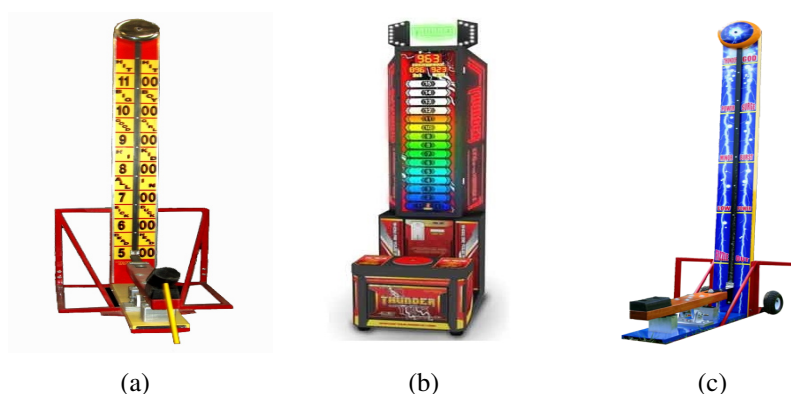


Figura 7. Exemplos de *high-striker*. Fornecedores: (a) *Great Neck Games and Productions*, (b) *Game On!* e (c) *Texas Entertainment*

empurrar o peso para cima e quanto mais força for aplicada, mais alto o peso subirá. Ao longo da torre, há marcações de pontuação (geralmente de 0 a 100) e, caso o peso atinja o sino no topo da torre, o jogador atingirá a pontuação máxima. A Figura 6 ilustra a utilização do *high-striker* em sua versão tradicional². A Figura 7 exibe outros modelos de *high-striker* de fornecedores variados.

4.2. Proposta para IoT

É possível ter algumas opções para a simulação ou integração do *high striker* as tecnologias IoT. Uma proposta seria acoplar à marreta a sensores para coletar informações

²<https://www.skyhighpartyrentals.com/high-striker>

(ex: velocidade, variação no eixo vertical, entre outros dados) e assim realizar inferências sobre o esforço do jogador. Outra opção é utilizar uma pulseira que possa calcular a variação de altura entre sua posição e o chão. Nesse exemplo, será utilizada a pulseira MiBand [Leal et al. 2017], além de um *smartphone* ou computador e uma tela para visualizar resultados.

A computação vestível é uma abordagem de computação em que os dispositivos estão diretamente conectados ao usuário. Nesta abordagem, os usuários “vestem” o dispositivo. Esses dispositivos são chamados de *wearables* ou vestíveis e destinam-se a capturar os dados de forma que o usuário não perceba no dia-a-dia. Atualmente, existem vários dispositivos portáteis, tais como o *Apple Watch*, *Samsung Gear* e *Google Glass*.

Um desses dispositivos é a pulseira relógio MiBand 2³. A MiBand é uma pulseira da empresa Xiaomi com várias funções de monitoramento [Leal et al. 2017]. Dentre essas funções destacam-se: contagem de passos percorridos, calorias gastas e medição da frequência cardíaca dos usuários. Outra vantagem é o baixo custo, tendo o custo médio de \$20 a \$25 dólares. A Figura 8 apresenta o dispositivo portátil Xiaomi MiBand 2.



Figura 8. Pulseira MiBand 2

A pulseira MiBand tem a capacidade de detectar quando há uma variação de altura, indicando uma queda, e quando isso ocorrer, enviar um sinal de alerta (como uma mensagem). Assim, utilizando a pulseira para simular um *high-striker* (atração onde se testa a força do jogador, fazendo com que um disco levante ao ser acertado com força suficiente, usando como ferramenta uma marreta), detectar a velocidade de variação da pulseira e indicar quanto o disco deve se levantar.

Para iniciar o jogo, bastaria pressionar um botão no *smartphone* ou computador para iniciar a contagem do tempo. Após isso, o jogador baixa o braço com velocidade, simulando o uso da marreta. No final do movimento, a velocidade será calculada, e uma animação da torre acontecerá na tela. Em geral, uma ideia inicial de como utilizar o *high-striker* com elementos de IoT pode ser visualizada nas Figuras 9, 10 e 11.

Quando o botão é pressionado, após alguns segundos a contagem do tempo começa, e o jogador tenta mover o braço para baixo no menor tempo possível (Figura 9). Enquanto isso, a pulseira detectará a variação de altura do braço do jogador. Esses dados são transmitidos ao *smartphone* ou computador por meio do *bluetooth*. A aplicação

³MiBand 2 - Mi Global Home - <http://www.mi.com/en/miband2/>

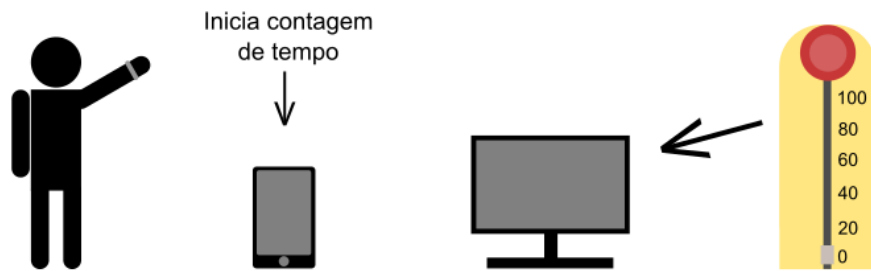


Figura 9. Início da contagem do tempo.

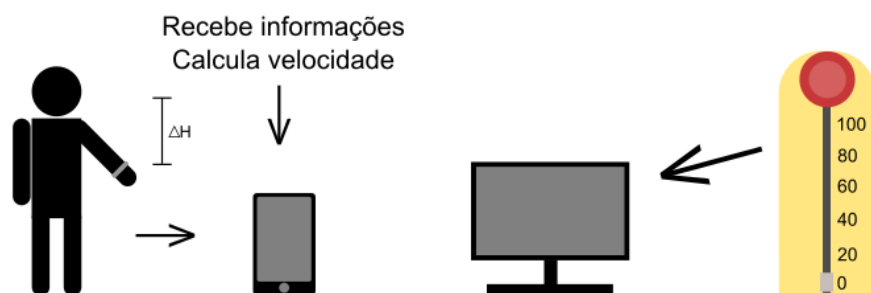


Figura 10. Cálculo de velocidades.

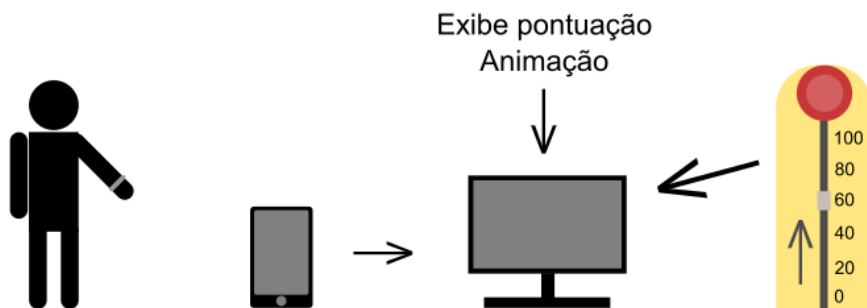


Figura 11. Pontuação e animações.

mobile armazenará a variação de altura total (Figura 10). Se o movimento cessar, ou a variação diminuir drasticamente, o contador de tempo irá parar, e a velocidade final será calculada. Com base nisso, calcula-se quanto o peso virtual deverá subir na animação, que será apresentada na tela (Figura 11). Um movimento rápido irá levantar um peso mais alto que um movimento lento. Após o término da animação, um *ranking* aparecerá, com as pontuações mais recentes, e o botão poderá ser pressionado novamente para uma nova partida.

A Figura 12 exibe uma proposta de arquitetura em alto nível para o jogo *high-striker* com elementos de IoT de maneira ampla, não se limitando ao espaço físico do jogador. A ideia é ter diversas visões dos dados coletados pelos sensores embutidos no ambiente, transmiti-los para outros dispositivos, possibilitar o acesso a esses dados de maneira fácil aos usuários em outros dispositivos com aplicações, como *smartphones* e

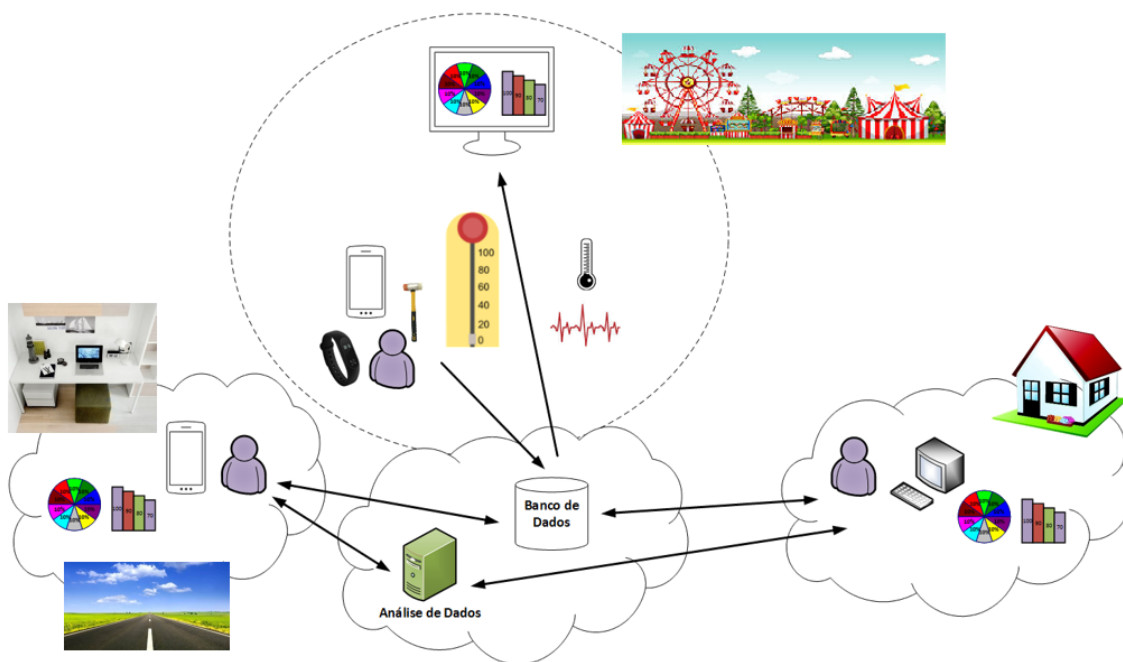


Figura 12. Proposta de ambiente IoT com possibilidades variadas de aplicações com o *high-striker*

aplicações *web*, transformar esses dados e fazer recomendações aos usuários baseado nos dados coletados e analisados.

Fazendo uma análise sobre as características de multimídia, conforme as definições de [Paula Filho 2011], teríamos para este ambiente (muito mais amplo que apenas aplicações tradicionais): (i) como acesso não linear, temos que a informação é rapidamente acessível de forma não linear, ou seja, o usuário não fica preso a uma sequência de tempo; (ii) para a interatividade, temos que a situação do usuário no uso das aplicações do ambiente como um todo não é de um espectador passivo, tendo em vista que ele possui grande influência nos resultados e repetições, principalmente na utilização do *high-striker*; e (iii) por fim, na integração com os programas e aplicativos, existe um banco de dados onde os dados são armazenados e podem ser analisados independente das demais aplicações (necessário apenas os dados), transformação de dados e recomendações para o usuário.

Se classificarmos os produtos multimídia, considerando o ambiente como um todo, contemplam-se os títulos, *sites* e aplicativos. Os títulos pelas informações estáticas exibidas, onde o usuário só visualiza os dados, como em painéis ou monitores. Os *sites* podem ser as aplicações *web* de visualização dos dados do usuário, como seu histórico. E para aplicativos as aplicações de recomendação, de visualização nos *smartphones* dos usuários, com gráficos que podem ser interativos, ou com um *design* inovador e mais interativo.

Ao considerar aplicações multimídia, não podemos nos prender apenas a aplicações exclusivas de software. Nesse sentido, aplicações de Computação Física e Sistemas Embarcados se adequam muito bem com os princípios da IoT, expandindo ainda mais o leque de aplicações.

5. Conclusão

A IoT está cada vez mais envolvida com as atividades cotidianas e sua influência está cada vez maior em diversas áreas de atuação, como transporte, educação, entretenimento, agricultura e saúde. Este trabalho apresentou alguns conceitos sobre IoT encontrados na literatura. Além disso, o trabalho também propôs uma aplicação de IoT em um ambiente multimídia.

Como trabalhos futuros pretende-se desenvolver o ambiente proposto e realizar avaliações da qualidade do uso das aplicações envolvidas, o que requer esforço de desenvolvimento em ambiente móveis, como Android e iOS, e conhecimentos de redes de computadores e sistemas distribuídos.

Um ambiente de IoT como o proposto possui diversos níveis de implementação, seja a nível de dispositivos tradicionais como *smartphones* ou computadores pessoais, a nível de sistemas embarcados, com a atuação de diversos sensores, e também com toda a comunicação e transmissão de dados necessária. Todo esse trabalho também é passível de pesquisa, sendo um dos focos de trabalhos futuros.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com recursos do projeto **Redes para Monitoramento e Atuação em Ambiente Domiciliar para Melhoria da Qualidade de Vida de Pessoas com Limitações Físicas**, conforme Edital 03/17 (PIBIC 2017/2018), da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Referências

- Ajam, H. e Mu, M. (2017). A middleware to enable immersive multi-device online tv experience. In *Adjunct Publication of the 2017 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*, TVX '17 Adjunct, pages 27–32, New York, NY, USA. ACM.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., e Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 17(4):2347–2376.
- Atzori, L., Iera, A., e Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15):2787 – 2805.
- Bera, S., Misra, S., e Vasilakos, A. V. (2017). Software-defined networking for internet of things: A survey. *IEEE Internet of Things Journal*, PP(99):1–1.
- Borgia, E. (2014). The internet of things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54(Supplement C):1 – 31.
- Catherwood, P. A., Finlay, D. D., e McLaughlin, J. A. D. (2015). Subcutaneous body area networks: A swot analysis. In *2015 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*, pages 1–8.
- Coutinho, E. F., da Cunha, D. L., e Brito, P. (2017). A proposal for a parking integrated management. In *5th International Workshop on ADVANCES in ICT Infrastructures and Services (ADVANCE 2017)*, Evry.

- Coutinho, E. F. e de Oliveira Moreira, L. (2017). Um panorama sobre a interdisciplinaridade da engenharia de software no curso de graduação em sistemas e mídias digitais. *Revista Sistemas e Mídias Digitais (RSMD)*, 2(1).
- da Costa, T. M., Rachkidi, E. E., Agoulmine, N., Gardini, L. M., Braga, R., Moura, C., Andrade, L. O. M., e Oliveira, M. (2015). An enhanced architecture for laria: An intelligent system for decision making and service provision for e-health using the cloud. In *4th International Workshop on ADVANCES in ICT Infrastructures and Services (ADVANCE 2015)*, Recife.
- Fallavi, K. N., Kumar, V. R., e Chaithra, B. M. (2017). Smart waste management using internet of things: A survey. In *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, pages 60–64.
- Guillemin, P. e Friess, P. (2009). Internet of things strategic research roadmap. Technical report, http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2009.pdf.
- Institute, M. G. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy — McKinsey Company*. <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
- Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., e Kwak, K. S. (2015). The internet of things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 3:678–708.
- Kranz, M., Holleis, P., e Schmidt, A. (2010). Embedded interaction: Interacting with the internet of things. *IEEE Internet Computing*, 14(2):46–53.
- Leal, R., Pereira, I., Oliveira, C., e Silva, F. A. (2017). Uma análise comparativa de aplicativos móveis para medição de batimentos cardíacos. In *III Escola Regional de Informática do Piauí. Livro Anais - Artigos e Minicursos*.
- Lin, J., Yu, W., Zhang, N., Yang, X., Zhang, H., e Zhao, W. (2017). A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5):1125–1142.
- Lochrie, M., Mills, J., Egglestone, P., e Skelly, M. (2015). Paper gaming: Creating iot paper interactions with conductive inks and web-connectivity through ekko. In *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY '15*, pages 619–624, New York, NY, USA. ACM.
- Melthis, J., Tang, S., Po, Y., Hanneghan, M., e Carter, C. (2016). Topologies for combining the internet of things and serious games. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*, 31(4):2685 – 2696.
- MyounJae, L. (2016). Secure game development for iot environment. *Journal of Computer Virology and Hacking Techniques*, 12(3):125–130.
- Neto, M. M., de Souza, J. N., da Rocha, A. R., Coutinho, E. F., e Moreira, L. O. (2017). Miner: an approach for management of iot elements in a cloud using software defined network. In *5th International Workshop on ADVANCES in ICT Infrastructures and Services (ADVANCE 2017)*, Evry.

- Oliveira, D., Moreira, L., Coutinho, E., e Paillard, G. (2015). Uma proposta arquitetural de sistema autônomo para redução do custo de energia em laboratórios de informática. In *V Workshop de Sistemas Distribuídos Autônomos (WOSIDA2015)*.
- Oliveira, D., Neto, M. M., Coutinho, E. F., Paillard, G., Trajano, E., e Moreira, L. (2017). An autonomic system for energy cost reduction in computer labs. In *5th International Workshop on ADVANCEs in ICT Infrastructures and Services (ADVANCE 2017)*, Evry.
- Paula Filho, W. P. (2011). *Multimídia - Conceitos e Aplicações*. Editora LTC, 2 edition.
- Pokrić, B., Krčo, S., Pokrić, M., Knežević, P., e Jovanović, D. (2015). Engaging citizen communities in smart cities using iot, serious gaming and fast markerless augmented reality. In *2015 International Conference on Recent Advances in Internet of Things (RIoT)*, pages 1–6.
- Shah, S. H. e Yaqoob, I. (2016). A survey: Internet of Things (IoT) technologies, applications and challenges. In *IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*, pages 381–385.
- Venkatesan, V. P., Devi, C. P., e Sivaranjani, M. (2017). Design of a smart gateway solution based on the exploration of specific challenges in iot. In *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, pages 22–31.
- Yang, Y., Wu, L., Yin, G., Li, L., e Zhao, H. (2017). A survey on security and privacy issues in internet-of-things. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5):1250–1258.