

Utilizando IoT para Gerenciamento Elástico e Eficiente de Recursos em Hospitais Inteligentes

Gabriel Souto Fischer¹, Rodrigo da Rosa Righi¹

¹Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) – Unisinos
São Leopoldo/RS

`gabriel.souto.fischer@gmail.com, rrrighi@unisinos.br`

***Resumo.** Hospitais desempenham um papel importante para garantir o tratamento adequado da saúde humana. Em cidades inteligentes a saúde das pessoas pode ser monitorada a todo momento para que situações que requeiram suporte médico possam ser identificadas com antecedência. Nesse contexto, propomos um modelo adaptativo baseados em elasticidade para gerenciamento de recursos em ambientes hospitalares alocados em cidades inteligentes. Esperamos melhorar a qualidade do tratamento de saúde da população, monitorando os sinais vitais e podendo atender problemas de saúde antes que eles ocorram de fato, podendo atender demandas pontuais como pandemias e surtos de forma eficiente evitando exposição exagerada e aglomeração de pacientes.*

1. Introdução

Em cidades cada vez mais inteligentes, os dados dos pacientes podem ser capturados da forma mais transparente possível, com sinais vitais sendo coletados em tempo real por sensores presos às roupas das pessoas e até mesmo nos ambientes por onde elas passam. Com os sinais vitais e os dados de pacientes sendo capturados ininterruptamente, não só é possível identificar os distúrbios de saúde com antecedência, mas também planejar e estabelecer contramedidas para mitigar os danos que podem ser causados.

Os hospitais estão entre os pontos de atendimento mais importantes, capazes de garantir o tratamento adequado à população. Considerando a importância de tais ambientes, aumentar a eficiência com que os recursos e processos de um hospital são controlados torna-se uma preocupação central. Tal preocupação é particularmente relevante no contexto de países subdesenvolvidos, onde o alto número de pacientes associado à falta de recursos leva a tempos de espera excessivamente elevados [Graham et al. 2018]. A pandemia global da doença coronavírus (COVID-19) exacerbou esse problema e trouxe um grande impacto no desenvolvimento e operação de cidades ao redor do mundo e na vida diária das pessoas [Yang and Chong 2021].

Neste contexto, propomos um modelo para ajuste proativo dos recursos em hospitais inteligentes, adaptados à demanda de atendimento ao paciente. Ao invés de ajustar a capacidade de atendimento com a chegada de pacientes nas emergências, propomos que o ajuste seja realizado antecipadamente. Em vez de o paciente ir ao hospital e esperar em ambientes superlotados, assim que o sistema identifica problemas de saúde, ele é automaticamente inserido em uma fila virtual. Em seguida, o sistema ajusta a capacidade de atendimento do hospital de acordo com a demanda atual de emergência e a demanda futura nas filas virtuais. Por fim, o paciente só é chamado ao hospital apenas quando a capacidade do serviço já está ajustada à demanda. Em tempos de COVID-19, o paciente tem

exposição mínima a outros pacientes, se a fila for virtual com pessoas em casa esperando para receber atendimento médico.

2. Modelo

O modelo baseia-se na ideia de que as pessoas possuam sensores de saúde e estes estejam acoplados em suas roupas. Dessa forma, o sistema pode monitorar ininterruptamente o estado de saúde dos pacientes de cidades inteligentes. Estes sensores devem comunicar-se com um servidor *Edge* próximo ao usuário, para diminuir a latência de comunicação, responsável por tratar os dados de forma a identificar aqueles que fujam ao padrão do paciente. Vale ressaltar que os sensores podem identificar variações em sinais vitais como: frequência cardíaca, variação da frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura e saturação de oxigênio. Assim dados que indiquem alguma anomalia nesses sinais vitais são comprimidos e então encaminhados para a *cloud* da cidade, responsável por analisar estes dados e identificar a necessidade do atendimento hospitalar pelo paciente.

Como estamos tratando de dados relacionados aos sinais vitais dos pacientes e que a demora no processamento pode impactar significativamente em seu quadro de saúde, a nuvem da cidade deve adicionar recursos o mais rápido possível para garantir o processamento imediato. Assim, o primeiro nível de elasticidade ocorre na nuvem, onde propomos o uso da estratégia de *Live Thresholds* (LT), onde os limites mínimo e máximo começam em 0% e 100%, respectivamente, e são reajustados sempre que a entrega ou liberação de recursos acontece após o uso máximo ou mínimo de processamento, respectivamente.

Após o tratamento dos dados, o sistema é capaz de identificar as pessoas na cidade que estão com situações declinantes de saúde e que necessitam de atendimento médico no futuro próximo. A partir desses dados, propomos o ajuste proativo dos recursos humanos em hospitais inteligentes, adaptados à demanda de atendimento ao paciente. Em vez de ajustar a capacidade de atendimento dos hospitais com base na chegada de pacientes nas emergências, podemos ajustar essa capacidade antecipadamente, através de filas de atendimento virtuais. Em seguida, ajusta a capacidade de atendimento do hospital de acordo com a demanda atual de emergência e a demanda futura nas filas virtuais. Por fim, o sistema chama o paciente ao hospital apenas quando a capacidade do serviço já está ajustada à demanda. O modelo adapta a estratégia de *thresholds* superior e inferior da elasticidade de recursos para o contexto de pessoas, com base na demanda de pacientes.

Dessa forma esperamos melhorar a qualidade do atendimento de saúde da população. Em tempos de pandemia, o paciente tem exposição mínima a outros pacientes, se a fila for virtual com as pessoas em suas casas esperando para receber o atendimento médico. A ideia é oferecer sempre um tempo de espera razoável aos pacientes independentemente da carga de trabalho (quantidade de pessoas dentro ou fora dos hospitais). Com o modelo, conseguimos obter alto desempenho com a alocação inteligente de profissionais, fazendo com que pessoas sejam atendidas com qualidade em menor tempo.

Referências

- Graham, B., Bond, R., Quinn, M., and Mulvenna, M. (2018). Using data mining to predict hospital admissions from the emergency department. *IEEE Access*, 6:10458–10469.
- Yang, S. and Chong, Z. (2021). Smart city projects against covid-19: Quantitative evidence from china. *Sustainable Cities and Society*, 70:102897.