

Computadores Afetivos

Cícero C. Quarto
Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Engenharia de Computação
<https://cicero.engcomp.uema.br>

8 de junho de 2026

Neste Capítulo intitulado "**Computadores Afetivos**", do livro "Computação Afetiva", de Rosalind W. Picard, serão estudados os tópicos acerca de computadores que:

- Reconhecem emoções;
- Expressam emoções;
- Possuem emoções;
- Possuem Inteligência Emocional.

- Picard [Pic00] ressalta que as emoções são importantes para:
 - Inteligência humana;
 - Tomada de decisões racionais;
 - Interação social;
 - Percepção;
 - Memória;
 - Aprendizagem;
 - Criatividade, etc...
- É a partir deste contexto, que Picard [Pic00] pontua que é hora de examinar como as emoções podem ser incorporadas em modelos de inteligência computacional e suas interações com humanos.

- Picard [Pic00] destaca que os pesquisadores que tentam criar computadores inteligentes têm se concentrado na resolução de problemas, raciocínio, aprendizado, percepção, linguagens e outras tarefas cognitivas consideradas essenciais para a inteligência, entretanto a maioria deles não percebeu que a emoção influencia essas funções nos humanos.
 - Picard [Pic00] também ressalta quando se refere a "computador", não se refere apenas a um monitor e teclado com uma ou mais CPUs, mas também a agentes computacionais, como assistentes de software e criaturas interativas animadas, robôs e uma série de outras formas de dispositivos computacionais, incluindo dispositivos vestíveis, e conclui que qualquer sistema computacional em software ou hardware, pode receber capacidades afetivas.

Desenvolvimento das Emoções

- O desenvolvimento emocional em humanos começa antes da linguagem. Por exemplo, os bebês se comunicam principalmente com expressões emocionais, tais como choro, sorriso, grito ou riso, emoções estão presentes evidentemente no substrato antes que os sinais mais óbvios da inteligência se desenvolvam.
 - Se uma criança não tivesse a capacidade de expressar emoções, seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência seriam gravemente prejudicados.
 - As expressões emocionais são os sinais usados por um bebê para comunicar suas necessidades; ele chora quando está com frio, entediado, sujo, com fome ou com dor. Um bebê que sorri dá aos seus pais a recompensa de acreditar que fizeram seu filho feliz.

Desenvolvimento das Emoções

- Embora os computadores não sintam frio, fome, umidade ou tédio da mesma forma que um bebê, eles têm necessidades que podem gerar emoções semelhantes às de um bebê. Toda máquina tem uma faixa de temperatura operacional e quando a máquina fica muito quente ou fria ela para de funcionar.
 - Os computadores precisam de energia para funcionar e param de processar se ela não for fornecida. A memória de um robô pode ficar cheia e "vazar", fazendo uma bagunça que, embora não tenha um odor desagradável, leva tempo para limpar.

Desenvolvimento das Emoções

- À medida que as crianças amadurecem, aprendem habilidade sociais e maneiras de controlar suas emoções e sua expressão emocional. Conforme se desenvolvem, também aprimoram sua capacidade de reconhecer emoções, de reconhecer situações que são propensas a gerar emoções e de gerenciar emoções.
- Da mesma forma, um computador afetivo provavelmente precisaria de um processo de desenvolvimento pelo qual adquira conhecimento relevante para suas habilidades afetivas e outras.
 - A inteligência emocional consiste na capacidade de reconhecer, expressar e ter emoções, juntamente com a capacidade de regular essas emoções, aproveitá-las para fins construtivos e lidar habilmente com as emoções dos outros.

Desenvolvimento das Emoções

- Picard [Pic00] frisa em sua obra *Affective Computing* propor critérios para dotar computadores com habilidades afetivas, sendo esses critérios baseados no conhecimento sobre as emoções humanas e na metodologia de adaptação das emoções humanas aos computadores.
 - Adaptar as emoções humanas aos computadores deve ajudar os computadores a adquirir alguns benefícios das emoções, como:
 - tomada de decisões mais flexível e racional;
 - capacidade de lidar com múltiplas preocupações, de forma inteligente;
 - capacidade de determinar saliência e valência, atenção e percepção mais semelhantes às humanas, dentre outros.

Computadores que reconhecem emoções

- Uma das características distintivas de um computador inteligente será sua capacidade de reconhecer emoções - inferir um estado emocional a partir de observações de expressões emocionais e por meio do raciocínio sobre uma situação geradora de emoções.
 - O computador pode tentar reconhecer as emoções de seu usuário, de outros agentes com os quais interage e de si mesmo, caso possua emoções. O reconhecimento pode exigir habilidades de visão e audição para captar expressões faciais, gestos e entonação vocal.
 - Além disso, o computador pode usar outras entradas que podem ou não ter análogo nos sentidos humanos - leitura de temperatura infravermelha, medição da resposta eletrodérmica e assim por diante.

Computadores que reconhecem emoções

- Uma vez que as expressões emocionais sejam detectadas e reconhecidas, o sistema pode usar seu conhecimento sobre a situação e seu conhecimento sobre a geração de emoções para inferir o estado emocional subjacente que provavelmente deu origem às expressões.
 - Dar a um computador essas habilidades perceptíveis e interpretativas poderia potencialmente conferir-lhe tanta capacidade de reconhecer emoções quanto outra pessoa.
 - Como saberemos quando ele tiver essa capacidade?

Avaliando o reconhecimento de afetos

- Eis um teste que um computador deve passar para saber se consegue reconhecer emoções:
 - Um vídeo digital de uma pessoa, contendo uma ou mais modalidades de expressão, como voz, rosto, gestos ou marcha, pode ser observado por um grupo de humanos e um grupo de computadores.
 - Os humanos e os computadores são questionados sobre qual emoção a pessoa no vídeo está expressando. Quando o grupo de computadores e o grupo de humanos respondem com a distribuição de respostas, então podemos dizer que os computadores estão reconhecendo emoções tão bem quanto os humanos.

Avaliando o reconhecimento de afetos

- Considere que, se 70% dos humanos que assistem ao vídeo acham que ele revela raiva e 30% acham que ele revela ódio - então, um único computador não deve ser penalizado se reconhecer a expressão como ódio. Quando 70% dos computadores reconhecem raiva e o restante reconhecem ódio, então eles conseguiram alinhar os humanos para esses dados.
 - O processo poderia ser determinado de forma equivalente se um computador reconhecer que as emoções são raiva com 70% de probabilidade e ódio com 30% de probabilidade.
 - Este teste pode ser repetido para uma variedade de emoções e assuntos.

Avaliando o reconhecimento de afetos

- A perspectiva de computadores que reconhecem nossas emoções levanta outra questão: **quais emoções reconhecer?** Aquelas que são expressas publicamente ou aquelas que são expressas por meio de um contato mais pessoal?
 - As emoções públicas são comunicadas por meio de expressões faciais, inflexões vocais e gestos explícitos ou linguagem corporal, sendo tais tipos de emoções as formas mais visíveis de modulação emocional, assim como são, também, as formas sobre as quais temos mais controle.
 - No entanto, se alguém segura sua mão, essa pessoa também pode sentir seu pulso acelerado e perceber suas mãos suadas relaxando e aquecendo gradualmente.

Computadores que expressam emoções

- O requisito básico para que um computador tenha a capacidade de expressar emoções é que a máquina tenha canais de comunicação, como voz ou imagem, e a capacidade de comunicar informações afetivas por meio desses canais. Por exemplo, um computador ou agente de software que exibe um rosto poderia usar uma expressão como um sorriso.
 - Ao enviar as mesmas palavras, diferentes canais permitem maior ou menor capacidade de transmissão afetiva: o e-mail geralmente comunica menos afetivamente, o telefone um pouco mais, a videoconferência ainda mais e a comunicação presencial a maior.
 - Imagine se um computador pudesse perceber o usuário digitando alegremente enquanto envia um e-mail. Se desejado pelo remetente, que em última instância deveria ter controle sobre o conteúdo enviado, o computador poderia transmitir parte da quantidade afetiva da interação para o destinatário.

- Mas como expressaria isso do outro lado? Transmitiria o som das teclas? Ou usaria uma voz alegre para converter o texto do e-mail em fala?

Avaliando a expressão afetiva

- Uma maneira de testar a capacidade de um computador de expressar emoções é fazê-lo expressar certas emoções e pedir a um humano que tente reconhecer o que foi expresso. Outra possibilidade para avaliar a expressão emocional por um computador é testar a capacidade do computador de induzir emoções por contágio.
 - Os computadores também têm a oportunidade de influenciar o humor de seus usuários, negativa ou positivamente. É possível que um computador, que expressou um humor subjacente, possa contagiosamente transmitir esse humor para as pessoas.

Computadores que "tem" emoções

- As máquinas podem sentir? Picard em [Pic00] frisa que esta pergunta seja a mais profunda dentro do tópico da Computação Afetiva. Os sentimentos são frequentemente considerados o que separa o humano da máquina. Além disso, a possibilidade de criar um computador com sentimentos subjetivos depende da questão de as máquinas terem consciência, que por si só é um tópico de amplo debate.
 - O que significa, computacionalmente, um computador "ter emoções"? Como saberemos se um computador as tem ou não? Apesar da enorme complexidade dessas questões, Picard em [Pic00] propõe uma resposta, descrevendo cinco componentes de um sistema que possui emoções. Entretanto,
 - Picard em [Pic00] pontua que a ênfase em cinco componentes é apenas para fins explicativos e não pretende implicar como os mecanismos são estruturados em um sistema afetivo.

Computadores que "tem" emoções

Picard em [Pic00] propõe cinco componentes para que sistemas computacionais venham "ter" emoções semelhantemente aos humanos. São eles:

- Emoções emergentes e comportamento emocional;
- Emoções primárias rápidas;
- Emoções geradas cognitivamente;
- Experiência emocional;
- Interações Corpo-Mente

Computadores que "tem" emoções

Emoções emergentes e comportamento emocional

- Emoções emergentes são aquelas que são atribuídas a sistemas com base em seu comportamento emocional observável - especialmente quando o sistema que está se comportando não possui um mecanismo interno explícito ou representação para emoção.

Computadores que "tem" emoções

Emoções primárias rápidas

- Picard em [Pic00] ressalta que os humanos podem se assustar, ficar com raiva ou com medo antes mesmo que os sinais cheguem ao cortex e antes de tomarem consciência do que está acontecendo, às vezes já estamos agindo, como pular para longe do perigo, antes mesmo de nos darmos conta de uma emoção, como o medo. Picard em [Pic00] ainda pontua que emoções rápidas tendem a priorizar a sobrevivência.
 - Essas reações inatas, rápidas e instintivas são o que Antônio Damásio chama de emoções "primárias" e provavelmente incluem pelo menos medo, surpresa e raiva. As descobertas dos neurologistas estão revelando como essas emoções são implementadas e, portanto, como cada uma pode ser imitada em computadores.

Computadores que "tem" emoções

Emoções primárias rápidas

- Em particular, para a emoção do medo, o mecanismo fundamental parece ser um sistema de detecção de perigo - um que opera principalmente num sentido amplo, mas rápido de "pular para o lado", e apenas secundariamente num sentido avaliativo mais preciso, mas mais lento: "Ah, não havia nada para temer" ou "Ufa! Eu poderia ter sido esmagado!". O medo também pode surgir cognitivamente, talvez ao ruminar sobre um futuro evento ameaçador, mas isso pode ser considerado um processo cognitivo mais lento.

Computadores que "tem" emoções

Emoções geradas cognitivamente

- Este componente contém as emoções que se acredita serem iniciadas pelo raciocínio cortical, como quando avaliamos que alguém impediu nossos objetivos e, conseqüentemente, sentimos raiva dele.
 - Antonio Damásio fala de "emoções secundárias" como aquelas que são geradas cognitivamente, mas que subseqüentemente ativam respostas límbicas e sensações corporais. No entanto, em um computador, um estado afetivo não precisa ser acompanhado por sentimentos ou componentes fisiológicos da emoção.
 - Ortony, Clore e Collins escreveram em seu influente livro, **A Estrutura Cognitiva das Emoções**, que não é importante que as máquinas tenham emoções, mas é importante para a IA que os computadores sejam capazes de raciocinar sobre emoções - especialmente para a compreensão da linguagem natural, a resolução cooperativa de problemas e o planejamento.

Computadores que "tem" emoções

Emoções geradas cognitivamente

- O raciocínio cognitivo é a forma mais frequente de geração de emoções em máquinas atualmente, especialmente em agentes de software animados. Normalmente, um conjunto de regras é construído para gerar estados emocionais a partir de determinadas entradas.
- O paradigma mais frequente para gerar essas emoções é baseado na estrutura de Ortony, Clore e Collins (OCC). Por meio do raciocínio cognitivo, o computador pode deduzir que uma sequência de eventos causa o surgimento de uma emoção. Pelo mesmo raciocínio, aplicado aos seus eventos pessoais, ele pode fazer com que essa emoção surja dentro de si. Portanto, vemos que a estrutura OCC pode ser usada não apenas para raciocinar sobre emoção, mas também para gerá-las.

Computadores que "tem" emoções

Experiência emocional

- A capacidade de um sistema ter consciência cognitiva de seu estado emocional é um aspecto fundamental da experiência emocional, embora o sistema não precise estar ciente de suas emoções o tempo todo.
 - Há um segundo aspecto da experiência emocional que é a consciência de seus acompanhamentos fisiológicos. Para um ser humano, estes incluem batimentos cardíacos, aumento da transpiração, disposição nas pernas para correr, tremores, pés frios e assim por diante.
 - A maioria dos computadores não possui sensores capazes de discernir seu estado físico em um dado momento, mas estes poderiam ser adicionados. Por exemplo, em um de nossos experimentos, demos a um computador a capacidade de sentir o momento em que sua tela recebe uma imagem, medindo as mudanças de voltagem nos fios conectados ao monitor.

Computadores que "tem" emoções

Experiência emocional

- No entanto, como a fisiologia do computador difere da fisiologia humana, com sentidos diferentes, as experiências fisiológicas da emoção em um computador serão diferentes das de um ser humano.
 - Há um terceiro e último aspecto da experiência emocional, que talvez seja o mais difícil de entender e, conseqüentemente, o mais difícil de implementar em uma máquina, além do mais, é o aspecto mais familiar da emoção. Este é o sentimento subjetivo interno ou "intuição" que leva você a saber que algo é bom ou ruim, que você gosta ou não gosta.
 - Em resumo, a experiência emocional consiste em:
 - Consciência cognitiva;
 - Consciência fisiológica;
 - Sentimentos subjetivos

Computadores que "tem" emoções

Interação Corpo-Mente

- Picard [Pic00] ressalta que as emoções influenciam a tomada de decisões, a percepção, o interesse, a aprendizagem, as prioridades, a criatividade e muito mais. As emoções influenciam a cognição e, portanto, a inteligência, especialmente quando envolve a tomada de decisões e a interação social.
 - Além disso, as emoções humanas não apenas influenciam a cognição, mas também outros sistemas fisiológicos além do cérebro - modulando expressões vocais e faciais, influenciando a postura e o movimento, e até mesmo influenciando os processos digestivos e o funcionamento do sistema imunológico.
 - O que você pensa, o que você come, os medicamentos que você toma, sua postura e muito mais podem influenciar suas emoções. As emoções interagem de forma complexa com o corpo e a mente humana.

Computadores que "tem" emoções

Interação Corpo-Mente

- A emoção não só influencia as funções cognitivas e corporais, como também é influenciada por elas. Picard [Pic00] enfatiza que os pensamentos cognitivos, que incluem preocupações, objetivos e motivações, podem gerar emoções.
 - O aspecto da interação da emoção com a mente e o corpo que pode ser o mais importante para os computadores é a influência da emoção nos processos cognitivos. Nos humanos, a emoção também influencia a flexibilidade, a criatividade e o aprendizado.



Rosalind W Picard, *Affective computing*, MIT press, 2000.