



Sensor Gate - Sistema Inteligente de Gestão de Cais de Carga e Descarga

MC Sonae e Expertmode

O projeto Sensor Gate surge como uma resposta tecnológica e disruptiva às vulnerabilidades críticas das operações de cais de carga, onde a dependência exclusiva da verificação humana ainda potencia acidentes de gravidade elevada, como saídas prematuras de veículos, afastamentos progressivos ou falhas na colocação de patolas. Para mitigar estes riscos, a solução estabelece uma barreira lógica e física através de um sistema de encravamento automático que funde tecnologia de ultrassons, para deteção de presença, com visão artificial, para validação precisa do posicionamento do camião e dos seus sistemas de segurança. Este fluxo é gerido por um motor lógico inteligente que impede fisicamente a abertura do cais caso os requisitos de proteção não sejam integralmente cumpridos, emitindo alertas imediatos perante qualquer alteração das condições parametrizadas. Complementarmente, a infraestrutura integra um painel de controlo interativo que centraliza a monitorização e a análise de dados operacionais em tempo real, permitindo uma gestão proativa e informada. Ao automatizar processos de decisão críticos, o Sensor Gate não só assegura a integridade física dos colaboradores e ativos, como promove uma cultura de "zero incumprimentos inseguros", elevando a segurança logística ao padrão da Indústria 5.0.

O principal objetivo do projeto Sensor Gate é assegurar a eliminação de acidentes graves nas infraestruturas de cais de carga, protegendo a integridade física dos colaboradores e mitigando os riscos operacionais inerentes à atividade logística. Historicamente, as operações de transbordo estão sujeitas a riscos de elevada severidade e à variabilidade intrínseca humana (erro), nomeadamente, as quedas em altura e o tombamento de reboques. Assim, o desígnio central desta iniciativa é substituir a validação manual e falível destas condições por um sistema tecnológico automatizado de elevada fiabilidade. Para concretizar este propósito, o projeto estabelece objetivos operacionais integrados que garantem a segurança total da manobra. O primeiro foco é a medição e a monitorização exata da distância entre o veículo e o cais, assegurando que o acoplamento ocorre dentro dos parâmetros de segurança definidos. Em simultâneo, o sistema visa a mitigação do risco de descaimento frontal através da validação automática da estabilidade das galeras, exigindo a confirmação da presença das patolas de suporte no solo. Toda esta lógica culmina num objetivo de prevenção ativa com feedback visual.

No plano da gestão e inteligência operacional, o projeto foca-se no desenvolvimento de um dashboard analítico de alto desempenho. O objetivo é a centralização total dos fluxos de dados captados no terreno para viabilizar a monitorização de ativos em tempo real. Pretende-se que esta plataforma transforme informação bruta em indicadores de desempenho (KPIs) de segurança e eficiência, permitindo medir métricas como o tempo de ocupação do cais, o rácio de conformidade das manobras e a deteção precoce de padrões de risco, assim como a monitorização de todos os alarmes e acidentes no respetivo cais.

Mais do que uma ferramenta de visualização, o dashboard tem como objetivo servir de base à tomada de decisão estratégica e à auditoria. Ao criar um histórico detalhado de cada operação, o sistema permite identificar pontos de estrangulamento e necessidades de formação, promovendo uma cultura de melhoria contínua baseada em evidências. Este ecossistema digital visa, em última análise, garantir a rastreabilidade total da operação e a consolidação de um ambiente de trabalho intrinsecamente seguro e digitalizado, focado na meta de tolerância zero a comportamentos inseguros. Quando ocorre um acidente, as pessoas executam, o sistema condiciona. Pelo que este projeto pretende criar um sistema que reúna um conjunto



de condições e regras para restringir a ocorrência de acidentes, na lógica prática de que, se controlarmos o palco (entrepasto), controlamos os atores (pessoas).

A arquitetura tecnológica da versão atual do Sensor Gate assenta num ecossistema centralizado, gerido por um microcomputador. Este equipamento atua como o cérebro da operação, processando localmente toda a rede de sensores e executando algoritmos avançados de Inteligência Artificial (IA). A IA está a ser especificamente treinada e parametrizada para analisar o feed de vídeo em tempo real, com o objetivo de conseguir detetar de forma autónoma a inserção e o posicionamento correto das patolas, mitigando a variabilidade intrínseca humana, nomeadamente os erros operacionais (falta de descida das patolas, descida incompleta ou falta de manutenção preventiva das mesmas). Ao nível da telemetria e controlo de estados, o sistema depende de uma dupla validação de hardware. Por um lado, utiliza sensores de ultrassons no exterior do cais para medir a distância e confirmar o acoplamento do camião de forma exata e imune a poeiras.

Cumulativamente, comutamos o software à placa dos comandos permitindo que as portas do cais só são abertas com o acoplamento de uma galera. Desta forma, garantimos que não existe risco de queda em altura por abertura de portas sem galeras acopladas, assim como inibe a entrada de fatores externos prejudiciais à higiene do entreposto (pombas, ratos, vento, resíduos indesejados). Para resolver o risco crítico da falta de visibilidade (ângulo morto) e da falha de comunicação operacional, a infraestrutura implementa um sistema de visão. No exterior, encontra-se instalada uma câmara HD com autofocus, que não só fornece as imagens para a IA, como também transmite uma livestream (vídeo em direto) contínuo para um display dedicado no interior do armazém, devolvendo a visão e o controlo total do exterior ao operador.

A sinalética de autorização utiliza um LED verde que sinaliza o acoplamento correto. A nível sonoro, foi implementado um alarme direcional otimizado, que sinaliza infrações como o início de movimento do veículo sem confirmação. Por fim, a coesão de todo este ecossistema tecnológico e a sua integração na rede da empresa são garantidas através de uma arquitetura de comunicação baseada no protocolo MQTT. A utilização desta norma industrial, reconhecida pela sua leveza, segurança e fiabilidade, permite que o computador local transmita o estado de todos os componentes (sensores de ultrassons, magnéticos, IA e alarmes) para um Dashboard de gestão centralizado. Esta plataforma interativa atua como a verdadeira "torre de controlo" da operação assegurando uma rastreabilidade total, transformando a segurança física do terreno em dados estratégicos, auditáveis e essenciais para a tomada de decisão das chefias. Numa perspetiva de evolução contínua e expansão do ecossistema de segurança, o projeto prevê a integração, como próximos passos tecnológicos, de duas novas soluções complementares.

A primeira consiste na instalação de uma barra LED externa dinâmica, concebida para guiar o motorista durante a manobra de acoplamento, fornecendo feedback visual imediato e intuitivo sobre a distância e o posicionamento ideal. A segunda inovação passa pelo incremento de áudio ao sistema de vídeo implementado. Deste modo, é garantida a comunicação bidirecional entre o operador no interior do entreposto e o motorista no exterior. Esta tecnologia tem um propósito preventivo vital: erradicar definitivamente o comportamento de extremo risco associado à projeção da cabeça entre o camião e a infraestrutura do cais para efeitos de comunicação ou verificação. Com esta atualização, o sistema assegurará que todo o diálogo e validação operacional decorrem numa zona de proteção absoluta, eliminando por completo a exposição humana ao perigo de esmagamento.



PRÉMIOS DE SEGURANÇA

SECURITY MAGAZINE | REVISTA DOS PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA

A motivação central do projeto Sensor Gate foi a urgência de mitigar o risco de acidentes graves nos cais de carga. Num período de quatro anos, registaram-se vários "quase acidentes" nos nossos entrepostos, acrescidos de diversos incidentes menores não reportados, evidenciando a insuficiência das medidas de proteção vigentes. A análise operacional identificou três vulnerabilidades críticas: a partida prematura de viaturas, o deslocamento inadvertido do reboque (trailer creep) e a ausência de patolas assistentes nas galeras. O risco era agravado por um modelo de controlo estritamente manual, reativo, e pela total falta de visibilidade do operador para o exterior.

Como as soluções de mercado se revelaram desajustadas devido ao elevado nível de investimento, às necessidades de criação de infraestrutura dedicada ou a processos pouco eficientes, demorados e não ajustados à nossa realidade, decidimos desenvolver uma solução tecnológica in-house. O motor do projeto foi substituir a falibilidade humana por uma medida de engenharia preventiva, transformando um cenário de risco num ambiente seguro, rastreável, simples e de baixo custo, alinhado com dois grandes valores internos: a segurança e a eficiência operacional.

Numa operação de elevada escala e intensidade, que gere diariamente um fluxo superior a 500 viaturas distribuídas por 190 cais, a segurança constitui um desafio crítico onde a falha humana é amplificada pela dimensão da atividade. O projeto Sensor Gate, embora em fase de desenvolvimento global, já apresenta resultados práticos e indiscutíveis através de uma unidade piloto plenamente funcional, instalada e em operação real num dos cais da infraestrutura. O indicador mais expressivo da eficácia desta solução é que, desde a sua implementação, não foi registado qualquer acidente ou incidente no cais em estudo. Este resultado é fruto da capacidade do sistema em identificar sistematicamente comportamentos inseguros e neutralizar potenciais 'quase acidentes' através do seu mecanismo de encravamento automático, impedindo a progressão da operação sempre que as condições de segurança não são validadas. A contribuição para a organização estende-se à digitalização da segurança através de um dashboard interativo que monitoriza, em tempo real, KPIs fundamentais como o número de ocupações, o tempo médio de carga efetiva, a eficácia dos encostos e o histórico detalhado de alarmística.

Estes dados permitem à gestão isolar padrões de risco e atuar preventivamente com base em factos. Assim, o Sensor Gate demonstra que é possível transitar de uma vigilância passiva para uma blindagem tecnológica ativa, garantindo que, mesmo numa operação desta complexidade, o objetivo de 'zero incumprimentos inseguros' seja uma meta real, atingível e sustentável. Por fim, é crucial destacar o impacto humano e a excelente receptividade por parte das equipas envolvidas. Esta adaptação orgânica foi possível porque, ao longo de todo o projeto, o sistema e as suas funcionalidades foram implementados tendo em conta os inúmeros feedbacks por parte dos colaboradores. No cais onde o projeto-piloto opera, a tecnologia integrou-se nas rotinas diárias sem criar atritos na fluidez do trabalho, confirmando o seu propósito principal: proporcionar um ambiente visivelmente mais seguro e controlado para quem está no terreno todos os dias.

Os principais desafios de segurança da nossa organização estão diretamente associados à escala massiva e à intensidade do nosso ecossistema logístico. Diariamente, gerimos um fluxo que ultrapassa os 500 camiões a entrar e sair do entreposto, distribuídos de forma simultânea por 190 cais de carga diferentes. Este elevadíssimo volume de tráfego gera um obstáculo operacional complexo: a elevada rotatividade de utilizadores, que inclui tanto as equipas internas como um fluxo constante e diversificado de motoristas externos. Esta dinâmica diária dificulta significativamente a criação, assimilação e manutenção de um



PRÉMIOS DE SEGURANÇA

SECURITY MAGAZINE | REVISTA DOS PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA

procedimento de segurança estável que seja cumprido de forma rigorosa e uniforme por todos os intervenientes. Consequentemente, o nosso maior desafio crítico é a dificuldade em contornar a variabilidade intrínseca humana. Num ambiente caracterizado pela forte cadência de operações, a dependência exclusiva da atenção, comunicação e validação visual de dezenas de pessoas em simultâneo cria uma margem perigosa para o erro. O desafio central da organização é, portanto, garantir a integridade física de todos os trabalhadores num cenário onde a falha humana é estatisticamente provável devido ao volume da operação, exigindo a transição de um modelo de confiança nas pessoas para um modelo de proteção passiva e automatizada.

O diferencial do Sensor Gate é ser uma solução desenvolvida internamente para suprir falhas de sistemas genéricos. Ao contrário das soluções comuns com sinalização básica, este ecossistema oferece segurança passiva e gestão visual ativa. Destaca-se o uso de Inteligência Artificial treinada para validar e garantir a confirmação das patolas de segurança, assim como o live streaming que monitoriza as operações exteriores, bem como a simplicidade, a rapidez e o custo de implementação (plug & play). O projeto elimina a falta de visibilidade operacional. Enquanto o mercado mantém o operador "cego" para o exterior, o sistema integra a transmissão de vídeo em direto, permitindo uma coordenação segura com o motorista e eliminando erros de comunicação.

A transição para uma ferramenta de Gestão Digital separa este projeto das práticas comuns. O sistema alimenta um Painel de Controlo em tempo real, permitindo auditar processos, identificar riscos e medir indicadores de desempenho de segurança e outros indicadores operacionais. Em suma, o projeto diferencia-se por não ser meramente um sistema passivo, mas sim uma solução integrada que une engenharia de sensorização, visão por computador e análise de dados para garantir a diminuição de acidentes.

Nota: A informação contida neste documento destina-se exclusivamente à divulgação dos Prémios de Segurança da Security Magazine. Qualquer utilização para outros fins requer autorização prévia da Security Magazine e dos respetivos intervenientes.