



Além da Automação

Construindo redes mais inteligentes e autônomas

Whitepaper

Além da Automação — Construindo redes mais inteligentes e autogerenciadas

Alcatel-Lucent
Enterprise

Introdução

Na era digital atual, as redes corporativas estão se tornando cada vez mais sofisticadas devido à rápida adoção da computação em nuvem, à proliferação de dispositivos IoT e à evolução das ameaças cibernéticas. Gerenciar esses ambientes dinâmicos manualmente se tornou impraticável, pois os métodos tradicionais têm dificuldade em acompanhar o ritmo e as demandas das operações comerciais contemporâneas.

Este artigo explora a **evolução da automação de rede tradicional para redes autônomas, destacando o papel fundamental da Inteligência Artificial (IA) e do Aprendizado de Máquina (ML)**. Redes autônomas oferecem uma solução robusta ao monitorar, analisar e otimizar continuamente o desempenho em tempo real, minimizando a necessidade de intervenção humana.

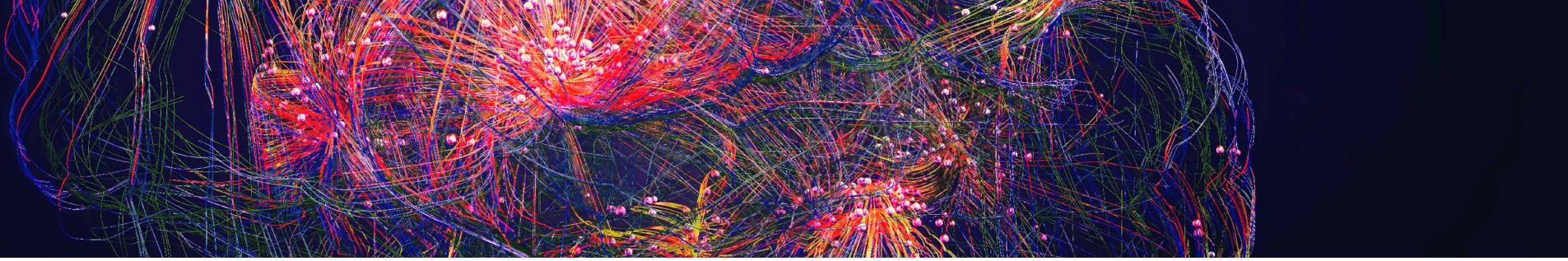
O artigo apresenta casos de uso validados com inteligência artificial que solucionam desafios críticos de gerenciamento de rede não resolvidos pela automação tradicional. Esses casos de uso evidenciam a transição da IA reativa — que atua após a ocorrência de problemas — para uma abordagem proativa e preventiva, capaz de antecipar e mitigar falhas antes que impactem as operações. A jornada culmina na IA prescritiva, em que sistemas inteligentes oferecem recomendações orientadas por dados para apoiar decisões estratégicas com maior precisão e embasamento.

Ao combinar automação com iniciativas de IA, as empresas podem assegurar a confiabilidade e a eficiência de suas operações de rede, alcançando estabilidade sustentada, resiliência e uma vantagem competitiva no complexo cenário de TI atual.



Whitepaper

Além da Automação — Construindo redes mais inteligentes e autogerenciadas



Compreendendo a rede autônoma

Uma rede autônoma é um sistema que opera de forma independente. Ela funciona em alinhamento com os objetivos de negócios sem exigir intervenção humana além das inserções iniciais (na forma de intenções, metas, políticas ou dados de configuração específicos). Ele foi projetado para se autogerenciar por meio de várias operações autogovernadas, incluindo autoconfiguração, autodiagnóstico, autorreparo, autocura, auto-otimização e autoproteção. Essas capacidades são apoiadas pela capacidade da rede autônoma de descobrir automaticamente informações operacionais e agir.

Uma rede autônoma tem os seguintes atributos principais:

- **Conscientização** — Monitora continuamente seu ambiente operacional, desempenho e estados internos para determinar se está atendendo aos objetivos predefinidos e acordados.
- **Adaptabilidade** — Ajusta dinamicamente suas operações para acomodar mudanças em seu ambiente tanto no curto quanto no longo prazo. Isso inclui modificar suas decisões e comportamentos para garantir um desempenho operacional sustentado.
- **Automação** — Pode controlar de forma independente recursos e operações internas e funcionar sem intervenção manual.

O nível de “capacidade” de uma rede pode variar, desde a automação básica até a autonomia total.

A diferença entre automação e autonomia

Automação de rede e autonomia de rede são dois conceitos frequentemente confundidos, mas que apresentam diferenças em sua abordagem, funcionalidade e nível de intervenção humana.

A automação da rede consiste na aplicação de ferramentas e processos de software para administrar, configurar e monitorar a infraestrutura e os serviços de rede de forma programática, reduzindo a intervenção manual e aumentando a eficiência operacional. Automatiza tarefas repetitivas como configuração, implantação e manutenção, para melhorar a eficiência e reduzir erros humanos. A automação normalmente requer **intervenção humana** para tomada de decisões e definição de regras. Ela opera dentro de parâmetros e condições predefinidos. A IA generativa pode ajudar a otimizar a comunicação entre os administradores e a rede.

A autonomia da rede, por outro lado, refere-se a uma **arquitetura de rede autônoma** (autogerenciada) que aproveita a IA/ML para minimizar ou eliminar a intervenção humana. Ela pode configurar, monitorar, manter e proteger a si mesma. As decisões são orientadas pelo sistema, e os humanos ficam fora do circuito, a menos que sejam necessários para supervisão. Alcançar uma rede autônoma é um processo gradual. Antes que os administradores possam abrir mão totalmente do controle, o sistema deve aumentar progressivamente seu nível de autonomia para conquistar sua confiança.

Cada conceito aborda um cenário diferente de gerenciamento de rede. A automação é aplicada a problemas repetitivos e bem compreendidos, nos quais os administradores dedicam tempo e esforço para criar soluções técnicas eficazes. A autonomia é responsável por problemas raros, muitas vezes desconhecidos, que podem ser identificados usando métodos de IA/ML. Juntos, os dois métodos fornecem uma base sólida para redes que funcionam bem.

Gerenciamento de rede com automação

Essencialmente, a automação possibilita a execução de tarefas sem a necessidade de intervenção humana direta. Isso é alcançado por meio da introdução de funções automáticas ou pela melhoria, substituição ou modificação de processos manuais, utilizando ferramentas de automação como scripts que executam sequências de comandos.

A automação opera em vários níveis de granularidade, desde tarefas e processos individuais até o gerenciamento e operação completos da infraestrutura (abrangendo todo o ciclo de vida de redes e serviços, incluindo instalação, configuração, provisionamento e encerramento). Essa automação pode ser ainda mais aprimorada por inovações como o desacoplamento de planos de controle e dados e técnicas de virtualização, introduzindo maior flexibilidade. Entretanto, um desafio fundamental é integrar esses componentes em sistemas de automação coesos, de alto desempenho, robustos, extensíveis e reconfiguráveis. Isso ressalta a necessidade de interfaces, modelos e mecanismos padronizados.

Desenvolver uma solução de automação totalmente integrada continua sendo um desafio complexo e aberto. Tal solução requer a orquestração perfeita de funções automatizadas com as seguintes características:

- **Automação vertical de ponta a ponta**, abrangendo toda a pilha de protocolos, da camada de serviço à camada física
- **Automação horizontal de ponta a ponta**, abrangendo múltiplas tecnologias e domínios administrativos
- **Repetibilidade e reutilização**, aproveitando interfaces padronizadas e melhores práticas para ampla aplicabilidade
- **Provisionamento dinâmico** de pontos de controle personalizáveis, permitindo supervisão humana dentro do loop de automação

É importante definir com clareza até que ponto a automação é guiada por políticas técnicas ou por objetivos comerciais. Uma única espinha dorsal tecnológica será responsável por gerenciar todos os processos.

Com essa infraestrutura integrada, o Edifício Inteligente 5.0 gerenciará a temperatura, a iluminação e as persianas de cada cômodo usando vários sensores. Ele aproveitará sua arquitetura verdadeiramente inteligente para coletar dados, analisá-los, reportá-los e agir de forma independente com base em todas as

informações disponíveis para apoiar a operação contínua. Além disso, o edifício será capaz de prever mudanças nos parâmetros operacionais necessários com base em dados sobre as condições ambientais internas e externas, agindo conforme essas previsões para manter os objetivos de um edifício regenerativo.

Automação orientada por políticas

Ações automatizadas geralmente podem ser regidas por políticas. Muitas implantações de rede já adotam o gerenciamento dinâmico de políticas, o que possibilita ajustes automatizados tanto no ciclo de vida quanto em diversas configurações da rede.

No centro da automação baseada em políticas está **o conceito de regras predefinidas que acionam ações específicas** quando certas condições são atendidas. Essas condições podem incluir:

- Gatilhos baseados em tempo (hora do dia, dia da semana etc.)
- Limites de carga da rede
- Falhas do sistema
- Combinações dos itens acima

Quando ocorre uma condição de gatilho, a entidade de gerenciamento local executa as ações predefinidas correspondentes, tais como:

- Implantação ou encerramento de serviços/componentes
- Dimensionamento de recursos
- Migração de cargas de trabalho
- Substituição de instâncias
- Ajuste de configurações
- Gerenciamento de atualizações de software

Uma vez que as políticas estejam em vigor, a automação orientada por políticas permite um **gerenciamento totalmente autônomo e sem intervenção**.

Entretanto, criar políticas e adaptá-las dinamicamente às condições diversas continua sendo um desafio complexo. Aplicar intenções de alto nível voltadas para os negócios pode melhorar a situação.



Automação baseada em intenção

A **automação** baseada em intenção está relacionada à Rede Baseada em Intenção (IBN), que utiliza software inteligente para entender os objetivos do usuário e traduzi-los automaticamente em configurações concretas de serviço ou rede. A IBN é um mecanismo relativamente novo, então sua definição varia, e atualmente não existe uma estrutura padronizada.

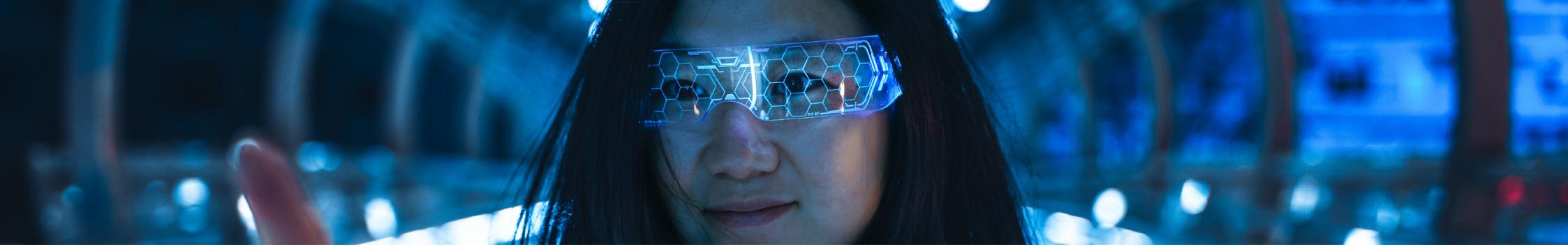
A IBN é o próximo passo do gerenciamento de rede após a automação baseada em políticas. Enquanto as políticas estabelecem regras específicas para a tomada de decisão, a intenção expressa uma meta declarativa de ordem superior. Uma API baseada em intenção permite que os usuários definam os resultados desejados, enquanto o sistema subjacente determina dinamicamente a configuração de rede mais adequada.

Os sistemas de gerenciamento tradicionais requerem alterações de configuração sempre que os requisitos de um serviço são modificados. Uma abordagem genuinamente orientada por intenção baseia-se em modelagem semântica, permitindo automação guiada por comportamento sem a necessidade de manipulações manuais de configuração. Diferentemente das políticas, as intenções permanecem inalteradas devido a mudanças ou falhas na infraestrutura. Isso libera os aplicativos de gerenciamento de detalhes específicos da rede, simplificando o desenvolvimento, os testes e a implantação de serviços.

Uma API de intenção extensível permite que **serviços desenvolvidos de forma independente** expressem seus requisitos em uma linguagem unificada. Isso é essencial para ambientes modernos que integram SDN, SD-WAN, MPLS, nuvem privada/pública e computação de ponta.

A IA generativa pode preencher a lacuna entre intenções comerciais de alto nível e configurações de rede de baixo nível. Ela faz isso interpretando a linguagem natural inserida pelos usuários e traduzindo-a em políticas técnicas açãoáveis. Por exemplo, se um usuário especificar uma meta como "priorizar o tráfego de videoconferência", o GenAI poderá identificar as configurações de qualidade de serviço (QoS) necessárias para implementar essa intenção. Ele aproveita modelos treinados em dados de rede e regras de política para garantir traduções precisas e relevantes. Isso permite que partes interessadas não técnicas expressem objetivos sem precisar entender sintaxe de configuração complexa.

A GenAI também leva em consideração o contexto do ambiente de rede, como políticas existentes, métricas de desempenho e requisitos de conformidade. Isso ajuda a evitar conflitos e garante que as novas configurações estejam alinhadas com a estratégia geral da rede. Com o tempo, a GenAI pode aprender com o feedback do usuário e o comportamento da rede para melhorar seus recursos de geração de políticas. **Isso torna o gerenciamento de rede mais intuitivo, ágil e alinhado aos objetivos de negócios.**



IA em redes

Três tipos principais de IA são particularmente relevantes para o gerenciamento de rede: IA Preditiva, IA Generativa e IA Agente.

IA Preditiva

A IA Preditiva utiliza dados históricos, modelos estatísticos e algoritmos de aprendizado de máquina para antecipar resultados ou comportamentos futuros. Ela identifica padrões e tendências para fazer previsões informadas, como antecipar falhas do sistema ou desempenho degradado.

As principais aplicações da IA Preditiva incluem:

- **Limites dinâmicos para detecção de anomalias:** diferentemente dos limites estáticos e pré-configurados, os baseados em ML são ajustados em tempo real com base em padrões e tendências em constante evolução, proporcionando um monitoramento mais adaptável e responsivo, o que resulta em uma detecção de anomalias mais eficiente.
- **Correlação automatizada de eventos:** a IA detecta relações ocultas entre eventos, fornecendo os meios para uma análise eficiente da causa raiz, o que melhora significativamente os tempos de resposta a incidentes e reduz o esforço manual.
- **Análise inteligente de log:** a IA pode aproveitar dados históricos para classificar e interpretar mensagens de syslog novas e raras, identificando eventos críticos sem a necessidade de regras de análise predefinidas.

IA Generativa

A IA Generativa cria novos conteúdos aprendendo padrões de dados por meio da aplicação de Grandes Modelos de Linguagem (LLMs).

As principais aplicações da IA Generativa incluem:

- **Relatórios adaptáveis:** a IA gera relatórios em tempo real e contextualizados, adaptados às condições atuais da rede, garantindo que insights relevantes estejam sempre disponíveis.
- **Interface de linguagem natural para administradores:** a IA traduz comandos de linguagem natural em configurações ou consultas de rede. Ela também pode permitir interação intuitiva com dados de rede por meio de prompts de conversação.

IA Agente

A IA Agente utiliza lógica avançada para tomar decisões e ações em nome do usuário, usando modelos preditivos e generativos. Ela demonstra comportamento orientado a objetivos por meio de raciocínio em várias etapas e aprendizado adaptativo, melhorando constantemente por meio de um ciclo de feedback em tempo real que avalia os resultados e faz os ajustes necessários.

A principal aplicação da IA Agente são os fluxos de trabalho inteligentes. Um engenheiro de rede delega uma ampla variedade de tarefas de gerenciamento de rede a um agente de IA. O agente determina de forma autônoma como atender à solicitação — geralmente envolvendo interações com vários sistemas que estão coletando dados, executando consultas de acompanhamento e interpretando resultados. Quando o processo é concluído, o agente de IA envia uma resposta abrangente ao engenheiro.

Gestão de redes com autonomia

Tradicionalmente, a automação de rede se concentra na otimização de tarefas de alta frequência ou de missão crítica, como:

- **Aplicando regras de análise** a mensagens syslog comumente encontradas
- **Gerando alertas** quando as métricas principais excedem os limites predefinidos
- **Correlacionar eventos** com base em padrões típicos ou combinações recorrentes

No entanto, essa abordagem ignora uma ampla gama de tarefas menos definidas, mas potencialmente cruciais. Lidar com essas tarefas exige uma estratégia fundamentalmente diferente, que aproveite os recursos da IA e de ML. Essas tecnologias permitem automação e otimização mesmo na ausência de regras explicitamente definidas para cada cenário.

Os três tipos de IA mencionados anteriormente, juntamente com métodos de automação e outras tecnologias, são integrados para permitir o principal motor da autonomia da rede: a automação closed-loop.

A automação de ciclo fechado é uma abordagem na qual um sistema coleta dados de forma contínua, os analisa, toma decisões de configuração e as aplica, repetindo esse ciclo para aperfeiçoar os resultados com base no feedback das ações anteriores.

À medida que as redes evoluem da operação manual para a autonomia total, elas passam por vários níveis, como automação assistida, parcial, condicional, avançada e total. Em níveis mais altos, a automação de ciclo fechado se torna mais sofisticada, permitindo autocorreção, auto-otimização e resolução proativa de problemas.

As principais etapas de uma automação de ciclo fechado são Monitoramento, Análise, Decisão e Execução.

Etapa de Monitoramento: coleta e ingestão de dados

A fase de Monitoramento é responsável por coletar e pré-processar dados de dispositivos de rede, um processo conhecido como ingestão de dados. Isso envolve a transferência de dados de uma ou várias fontes para um repositório central para armazenamento e análise. Os dados coletados podem assumir várias formas, incluindo eventos, registros, telemetria e capturas de tráfego.

Etapa de Análise: extração de insights

Na fase de Análise, os insights são derivados de dados em tempo real coletados na fase de Monitoramento, registros históricos, configuração de rede e informações da

base de conhecimento que descrevem a rede. Os insights fornecem respostas para perguntas importantes, como:

- "O que aconteceu?": detectando anomalias ou comportamento incomum da rede
- "Por que isso aconteceu?": aplicando a análise da causa raiz para identificar o problema subjacente

Essa geração de insights é um processo contínuo, continuamente refinado com novos dados recebidos da fase de Monitoramento.

Etapa de Decisão: determinação das ações

A fase de Decisão traduz insights em fluxos de trabalho que orientam a resposta do sistema. Esta fase determina o curso de ação apropriado com base nos problemas detectados, que podem ser:

- **Reativo:** abordar problemas à medida que ocorrem
- **Proativo:** prevenir problemas potenciais com base na detecção de padrões de dados normalmente observados antes que esses problemas ocorram
- **Preditivo:** antecipação de problemas futuros da rede com base em tendências de dados

Ao aproveitar IA/ML, regrase políticas, a fase de Decisão transforma os insights encontrados em uma lista de ações, direcionando a rede para um estado ideal.

Etapa de Execução: implementação das ações

A fase de Execução executa os fluxos de trabalho determinados na etapa de Decisão, aplicando ações corretivas ou adaptativas. Esses fluxos de trabalho envolvem uma ou mais operações que precisam sermeticulosamente coordenadas para assegurar uma implementação impecável. Abordagens modernas baseadas em modelos como YANG e protocolos associados como NETCONF e RESTCONF são uma parte importante.

Após a conclusão dos fluxos de trabalho, a lógica de automação em ciclo fechado dá início a um novo ciclo composto por Monitoramento, Análise, Decisão e Execução, considerando tanto os efeitos das ações previamente realizadas quanto as novas variáveis externas que impactam a rede.



Conclusão

A transição para redes autônomas é um passo estratégico para empresas que desejam aumentar a eficiência, acelerar a resposta às demandas e melhorar a experiência do usuário. A automação de rede tradicional oferece benefícios importantes, como **diminuir o trabalho manual, reduzir erros humanos e acelerar operações** diárias. Com base nisso, a automação de ciclo fechado permite o monitoramento em tempo real e a resposta automática às condições da rede, resultando na resolução mais rápida de problemas e maior confiabilidade. Ela também oferece suporte à otimização contínua ao aprender com o comportamento da rede e se adaptar sem intervenção manual. Como resultado, as redes autônomas capacitam as empresas com recursos de autogerenciamento (autonomia), autocorreção e auto-otimização. **Isso reduz os custos operacionais e, ao mesmo tempo, melhora a escalabilidade e a resiliência.** Adotar essa evolução será fundamental para que as empresas permaneçam ágeis e competitivas em um ambiente de rede cada vez mais complexo.