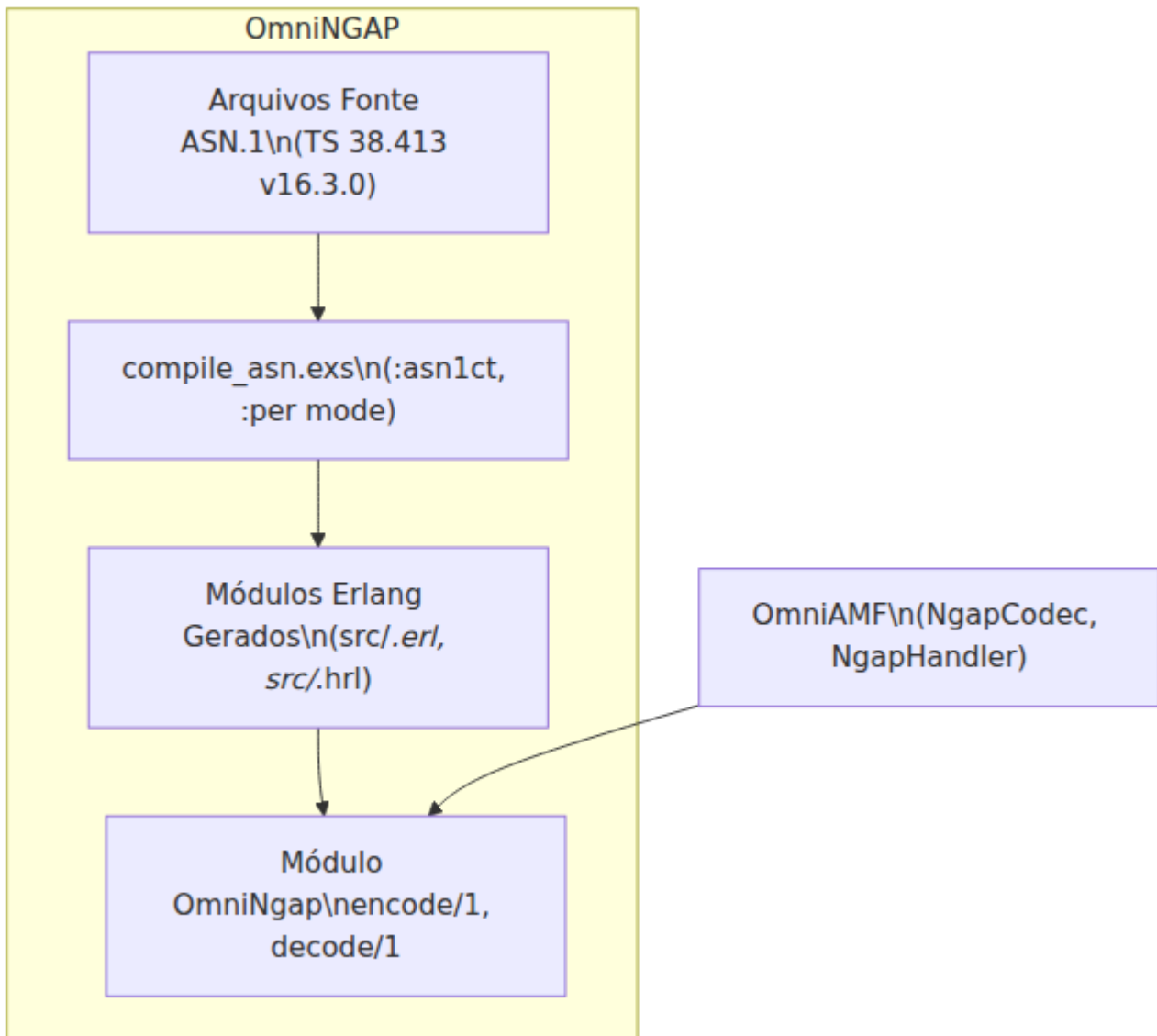


# Operações do OmniNGAP

## 1. Visão Geral do Componente

OmniNGAP é a biblioteca de codec ASN.1 NGAP para o núcleo 5G da Omnitouch. Ela fornece compilação ASN.1 em tempo de compilação das definições do protocolo NGAP do 3GPP TS 38.413 e expõe funções de codificação/decodificação para PDUs NGAP usando codificação APER (Aligned PER). OmniNGAP é consumido como uma dependência pelo OmniAMF para toda a construção e análise de mensagens NGAP através da interface N2/SCTP.

OmniNGAP é uma biblioteca, não um NF autônomo. Não possui endpoints SBI, registro NRF, e nenhuma configuração em tempo de execução. Todos os módulos ASN.1 são compilados uma vez no tempo de construção usando o compilador `:asn1ct` do Erlang.



## Abordagem Compile-Once

A compilação ASN.1 é realizada pelo `compile_asn.exs` durante a fase de compilação do Mix. O script:

1. Lê arquivos fonte `.asn1` do diretório `asn1/` na ordem de dependência.
2. Compila cada módulo usando `:asn1ct.compile/2` com o modo `:per` (Aligned PER, conforme exigido pelo TS 38.413).
3. Gera arquivos `.erl` e `.hrl` em `src/`.
4. Copia arquivos `.hrl` para `include/` para projetos dependentes usando `Record.extract(from_lib:)`.
5. Ignora recompilações quando os arquivos fonte não mudaram (comparação de mtime).

6. Lida com sistemas de arquivos somente leitura (por exemplo, Docker) revertendo para módulos pré-compilados.

## Módulos ASN.1

Módulo	Descrição
NGAP-CommonDataTypes	Tipos base ASN.1 (Criticality, PresenceInformation, etc.)
NGAP-Containers	Tipos de contêiner NGAP (ProtocolIE-Container, ProtocolExtensionContainer)
NGAP-Constants	Constantes NGAP (códigos de procedimento, IDs de IE, valores máximos)
NGAP-IEs	Elementos de Informação NGAP (todas as definições de IE)
NGAP-PDU-Contents	Estruturas de conteúdo PDU NGAP (InitiatingMessage, SuccessfulOutcome, etc.)
NGAP-PDU-Descriptions	Definição de tipo PDU NGAP de nível superior e despacho de procedimento

## 2. Papel do 3GPP e Referências de Especificação

Aspecto	Referência
Definição do protocolo NGAP	TS 38.413
Transporte NGAP (SCTP)	TS 38.412
Codificação NGAP (Aligned PER)	TS 38.413 Seção 9, ITU-T X.691
Interface AMF / gNB (N2)	TS 23.501 Seção 8.2.5
Procedimentos NGAP	TS 38.413 Seção 8

## 3. Referência da API

OmniNGAP expõe duas funções através do módulo `OmniNgap`:

### `OmniNgap.decode/1`

Decodifica um PDU NGAP binário (codificado em APER) em um registro ASN.1 do Erlang.

```
{:ok, ngap_pdu} = OmniNgap.decode(binary)
```

Retorna `{:ok, record}` em caso de sucesso ou `{:error, reason}` em caso de falha na decodificação.

### `OmniNgap.encode/1`

Codifica um registro ASN.1 do Erlang em um PDU NGAP binário (codificado em APER).

```
{:ok, binary} = OmniNgap.encode(ngap_pdu_record)
```

Retorna `{:ok, binary}` em caso de sucesso ou `{:error, reason}` em caso de falha na codificação.

## Acesso ao Registro Erlang

Registros IE NGAP podem ser acessados a partir do Elixir usando

```
Record.extract/2:
```

```
require Record
Record.extract("NGAP-PDU", from_lib: "omni_ngap/include/NGAP-PDU-
Descriptions.hrl")
```

# 4. Construção e Compilação

## Pré-requisitos

- Erlang/OTP 27+ (fornece a aplicação `:asn1` com o compilador `:asn1ct`)
- Elixir 1.17+

## Passos de Construção

```
cd OmniNGAP
mix deps.get
mix compile
```

O alias `mix compile` executa `compile_asn.exs` antes da compilação padrão do Elixir. Na primeira construção, todos os seis módulos ASN.1 são compilados. Compilações subsequentes ignoram módulos inalterados.

## Uso de Dependência

OmniAMF depende do OmniNGAP como uma dependência de caminho ou git:

```
# No mix.exs do OmniAMF
{:omni_ngap, git: "...", branch: "main"}
```

O módulo `NgapCodec` do OmniAMF usa os registros Erlang gerados e `OmniNgap.encode/1` para construir mensagens NGAP (NG Setup Response, Initial Context Setup Request, Handover Request, Paging, etc.).

## 5. Procedimentos NGAP Suportados

Os seguintes procedimentos NGAP são codificados/decodificados pelo OmniNGAP e usados pelo OmniAMF:

<b>Código do Procedimento</b>	<b>Nome</b>	<b>Direção</b>	<b>Uso</b>
21	NGSetup	gNB -> AMF	Estabelecimento de conexão gNB
14	InitialUEMessage	gNB -> AMF	Primeira mensagem NAS do UE
4	InitialContextSetup	AMF -> gNB	Aceitação de contexto de segurança e registro
46	DownlinkNASTransport	AMF -> gNB	PDUs NAS para UE
47	UplinkNASTransport	gNB -> AMF	PDUs NAS do UE
24	Paging	AMF -> gNB	Paginação do UE em modo ocioso
41	UEContextRelease	AMF -> gNB	Desmontagem do contexto do UE
1	HandoverPreparation	AMF -> gNB de Destino	Solicitação de transferência
0	HandoverResourceAllocation	AMF -> gNB de Origem	Comando de transferência

<b>Código do Procedimento</b>	<b>Nome</b>	<b>Direção</b>	<b>Uso</b>
25	PathSwitchRequest	gNB -> AMF / AMF -> gNB	Mudança de caminho de transferência Xn
29	PDUSessionResourceSetup	AMF -> gNB	Alocação de recursos de sessão PDU

## 6. Limitações Conhecidas

<b>ID</b>	<b>Área</b>	<b>Descrição</b>
NGAP-1	Versão ASN.1	Os arquivos fonte ASN.1 são do TS 38.413 v16.3.0 (Rel-16). Lançamentos posteriores podem adicionar novas IEs ou procedimentos não cobertos por esta versão
NGAP-2	Apenas codificação	OmniNGAP fornece codificação/decodificação bruta. A construção de mensagens (preenchimento de valores de IE, tratamento de opcionalidade) é responsabilidade da aplicação consumidora (OmniAMF NgapCodec)
NGAP-3	Sem configuração em tempo de execução	OmniNGAP é uma biblioteca em tempo de compilação sem configuração ou telemetria em tempo de execução

# 7. Solução de Problemas

## Falha na compilação ASN.1

Verifique se o Erlang/OTP inclui a aplicação `:asn1`. Execute `erl -eval 'application:ensure_all_started(asn1), halt().'` para verificar. Se a compilação falhar com um módulo específico, verifique a saída de erro de `:asn1ct.compile/2` para problemas de sintaxe no arquivo fonte `.asn1`.

## Encode/decode retorna `{:error, reason}`

O registro de entrada ou binário não está em conformidade com o esquema ASN.1 NGAP. Causas comuns:

1. IEs obrigatórios ausentes no registro passado para `encode/1`.
2. Binário corrompido ou truncado passado para `decode/1`.
3. IEs com valores fora das restrições definidas do ASN.1 (por exemplo, inteiro fora do intervalo).

Verifique a tupla de razão de erro para o IE específico ou restrição que falhou.

## Sistema de arquivos somente leitura no Docker

O script `compile_asn.exs` detecta sistemas de arquivos somente leitura e reverte para módulos pré-compilados em `src/` e `include/`. Certifique-se de que a imagem Docker foi construída com uma passagem de compilação completa para que os arquivos `src/*.erl` e `include/*.hrl` estejam presentes.