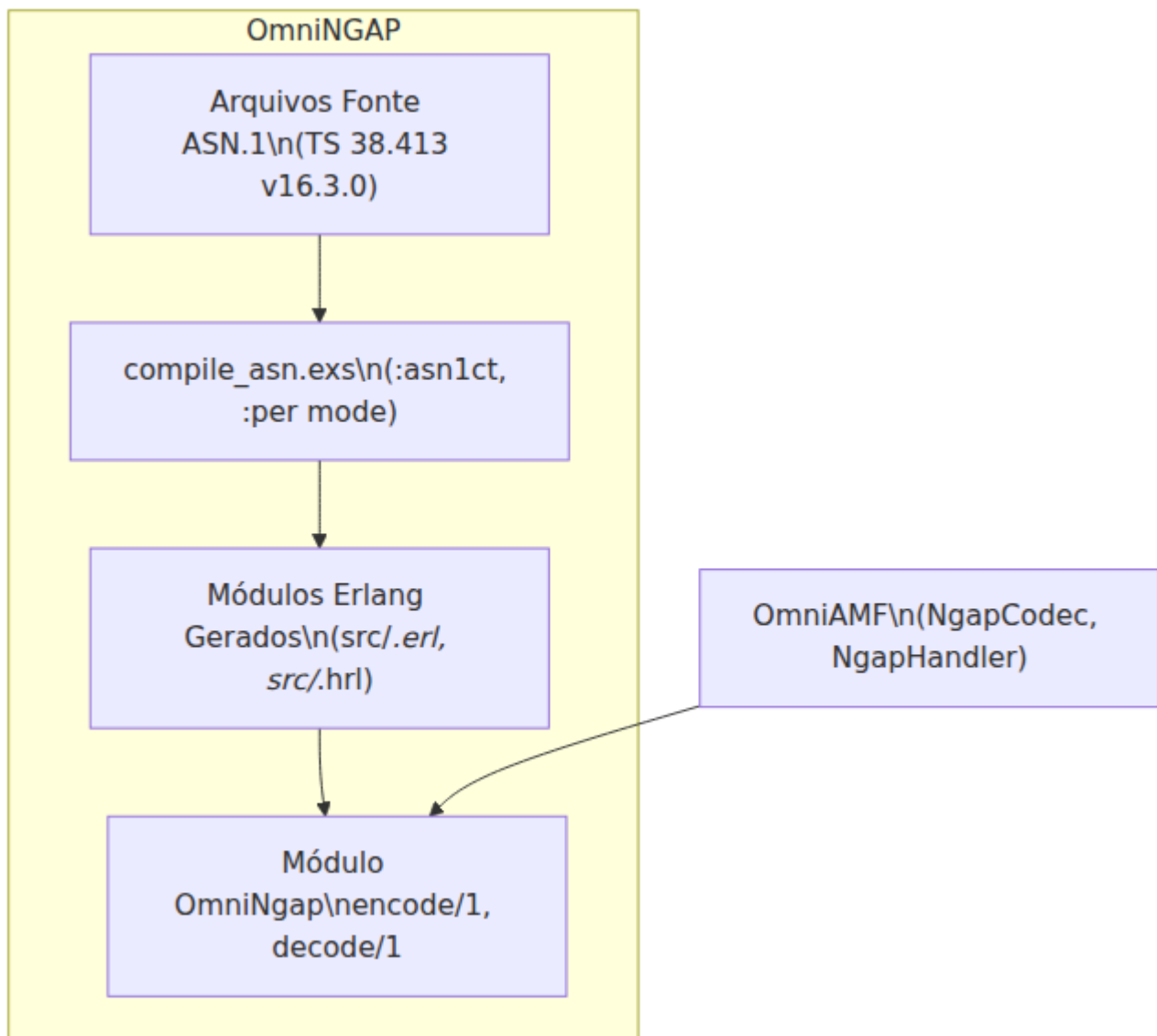


Operações do OmniNGAP

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:

Código do Procedimento	Nome	Direção	Uso
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

Código do Procedimento	Nome	Direção	Uso
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

ID	Área	Descrição
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.