**Proposta para formato dos arquivos**

**1. Breve descrição dos dados gerados pela Caixa Preta (CXP)**

Em sua operação, a CXP tem 4 tipos de dados:

* Calibração de Fábrica: traz os dados da preparação para o funcionamento após a fabricação da CXP. São dados de bias dos sensores, aceleração da gravidade no local de calibração, parâmetros do magnetômetro, temperatura, resultados de self test etc. Fica tudo gravado na EEPROM da CPU.
* Calibração do Magnetômetro:
* Calibração ao Ligar: traz os dados que foram gerados ao ligar a CXP. Inclui um rápido cálculo de bias de cada sensor, o resultado do self test, as escalas de cada sensor, a frequência de amostragem etc. Tudo que foi configurado para a operação.
* Leituras do MPU: são as leituras do acelerômetro, giroscópio e magnetômetro.
* Leituras do GPS: são todas as leituras fornecidas pelo GPS

**2. Padronização e formatação dos dados disponibilizados pela Caixa Preta (CXP)**

Há a necessidade de se padronizar um formato de arquivo que possa receber todas as informações necessárias para o pós-processamento dos dados da CXP. Tal arquivo torna desnecessário o acesso ao hardware. Ele traz tudo o que é necessário. Deve permitir extrair informações para o posicionamento em 3D, informações de localização, velocidade etc. Além disso, deve possibilitar análises críticas que permitam questionar o correto funcionamento do hardware. Para isso, os dados de Configuração ao Ligar e Configuração de Fábrica são importantes.

**3. Nomes dos arquivos passíveis de serem gerados**

Os nomes devem facilitar a operação e processamento dos dados. Cada leitura da CXP recebe um número de 0 até 999 (representados abaixo por xxx). Isso facilita a automatização da aquisição, pois sempre se busca pelo primeiro número não usado. É claro que, posteriormente, o usuário pode alterar esses nomes. Cada arquivo deve conter todos os dados necessários para o pós-processamento, incluindo data, hora, escalas, taxa de amostragem. Isto evita que dados sejam introduzidos artificialmente. Abaixo está a lista com os nomes até agora sugeridos, note que a única alteração é a última letra.

* dxxx**$**.txt --> Arquivo principal, contém todos os dados da CXP
* dxxx**a**.txt --> Somente os dados do acelerômetro
* dxxx**g**.txt --> Somente os dados do giroscópio
* dxxx**h**.txt --> Somente os dados do magnetômetro
* dxxx**n**.txt --> Linhas do GPS com 128 bytes (n=navegação)
* dxxx**p**.txt --> Só latitude e longitude (p=posição)
* dxxx**v**.txt --> Só a velocidade medida pelo GPS (km/h)
* ????.txt 🡪 algum outro formato?

**4. dxxx$.txt – Arquivo principal**

Este arquivo deve conter todos os dados da CXP que possam ser úteis para a análise. Em suma, aqui está tudo que se pode extrair da CXP. É um arquivo texto, sendo que o final de cada linha é indicado com caracteres **Carriage Return** (0xD) e **Line Feed** (0xA). Quando uma linha tem vários dados, eles são separados por 1 ou mais espaços. Tolera-se linhas em branco para fazer a separação de campos importantes. São 4 os marcadores de campo usados para delimitar esses dados.

**#[m** ... **m]#** 🡪 início e fim do campo de dados do MPU

**#[g** ... **g]#** 🡪 início e fim do campo de dados do GPS

**#[l** ... **l]#** 🡪 início e fim do campo de dados com os resultados da Calibração ao Ligar

**#[f** ... **f]#** 🡪 início e fim do campo de dados com os resultados da Calibração de Fábrica

**Observações:**

a) Deve ficar claro que o delimitador **#[m** caracteriza o início do campo útil do arquivo. Isto significa que tudo que estiver antes deste delimitador deve ser ignorado pelo programa de pós-processamento.

b) Deve ficar claro que o delimitador **f]#** caracteriza o fim do campo útil do arquivo. Isto significa que tudo que estiver após este delimitador deve ser ignorado pelo programa de pós processamento.

c) Tudo o que estiver entre o delimitador final de um campo e o delimitador de início do campo seguinte deve ser ignorado pelo programa de pós-processamento. Por exemplo, tudo que estiver entre o **m]#** e **#[g** deve ser ignorado pelo de programa de pós processamento.

d) O programa de pós-processamento faz um “rewind” antes de buscar por cada campo, assim esses campos podem estar em qualquer ordem.

Esboço de um arquivo principal (dxxx**$**.txt)

#[m 🡪 indica que começa a enviar MPU

Data 🡪 data do acionamento de SEL (vem do GPS)

Hora 🡪 Hora do acionamento de SEL (vem do GPS)

Temp 🡪 Temperatura no instante do acidente

Adr\_mpu 🡪 posição do ponteiro memória MPU quando SEL foi acionado

Adr\_gps 🡪 posição do ponteiro memória GPS quando SEL foi acionado

Qtd 🡪 quantidade de medidas do MPU (linhas ax, ay, ..., hz)

cf\_ok st\_cf aesc\_cf gesc\_cf tp\_cf ax\_off ay\_off az\_off gx\_off gy\_off gz\_off

cfh\_ok sth\_cf hx\_asa hy\_asa hz\_asa hx\_off hy\_off hz\_off hx\_esc hy\_esc hz\_esc

st\_op sth\_op aesc\_op gesc\_op famost bw r1 r2 r3 r4 r5

cont adr ax ay az gx gy gz hx hy hz

...

cont adr ax ay az gx gy gz hx hy hz

m]#

#[g 🡪 indica que começa a enviar GPS

Data 🡪 data do acionamento de SEL (vem do GPS)

Hora 🡪 Hora do acionamento de SEL (vem do GPS)

Adr 🡪 posição do ponteiro memória GPS quando SEL foi acionado

Qtd 🡪 quantidade de medidas do GPS

cont adr [--- msg do GPS ---]

...

cont adr [--- msg do GPS ---]

g]#

#[l

Calibração ao ligar

l]#

#[f

Calibração de fábrica

f]# 🡪

Exemplo de um arquivo principal (dxxx**$**.txt).

Note que as linhas do GPS estão quebradas por falta de espaço no editor

**#[m**

210520

123316.00

15408

12720

00000 00003C30 00808 01056 13060 65368 00104 65446 65535 65535 65535

00001 00003C42 00816 01028 13216 65325 00116 65444 65535 65535 65535

00002 00003C54 00716 01032 13032 65295 00122 65445 65535 65535 65535

...

12717 00003BFA 00584 00988 13172 65193 00133 65477 65535 65535 65535

12718 00003C0C 00604 00972 13252 65194 00134 65480 65535 65535 65535

12719 00003C1E 22222 22222 22222 22222 22222 22222 65535 65535 65535

**m]#**

**#[g**

210520

123316.00

230528

256

0000000000 +0000246784 A 21/05/20 12:35:24 1548.63020S 04748.65727W 1.203K 0.649 1065.9M [04 6.54 3.24 5.68] 15246...

0000000255 +0000246656 A 21/05/20 12:35:23 1548.63031S 04748.65770W 0.687K 0.371 1066.1M [06 6.54 3.24 5.68] 13464

**g]#**

**#[l**

21331

20046

…

123316.00

**l]#**

**#[f**

+21331

20/04/20

...-00006 -00018 -00004 +00180 -00543 +00188

**f]#**

Detalhamento dos dados presentes no arquivo principal (dxxx**$**.txt). Todos os dados são strings ASCII delimitados por espaços em branco ou fim de linha (0xD 0xA).

|  |  |
| --- | --- |
| **Linha** | **Descrição** |
|  | ------- dados do MPU ------ |
| **#[m** | Delimitador de início do campo de dados do MPU. |
| ddmmyy | Data da batida (do acionamento da tecla SEL). |
| hhmmss | Hora da batida (do acionamento da tecla SEL). |
| temp | Leitura do registrador de temperatura na hora do acidente. |
| st\_op | Resultado do Self Test ao ligar (acelerômetro e giroscópio) |
| sth\_op | Resultado do Self Test ao ligar (magnetômetro) |
| adr\_mpu | Ponteiro de gravação dos dados do MPU na hora da batida. |
| adr\_gps | Ponteiro de gravação dos dados do GPS na hora da batida. |
| cf\_ok | 1.Calibração de Fábrica foi realizada? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| st\_cf | 2.Passou no Self Teste da Calibração de Fábrica? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| aesc\_cf | 3.Escala do Acelerômetro na Calibração de fábrica (1, 2, 4, 8 g) |
| gesc\_cf | 4.Escala do Giroscópio na Calibração de Fábrica (250, 500, ..., 2000 graus/seg) |
| tp\_cf | 5.Leitura do registrador de temperatura durante a Calibração de Fábrica |
| ax\_off | 6.Offset de ax (Calibração de Fábrica) |
| ay\_off | 7.Offset de ay (Calibração de Fábrica) |
| az\_off | 8.Offset de az (Calibração de Fábrica) |
| gx\_off | 9.Offset de gx (Calibração de Fábrica) |
| gy\_off | 10.Offset de gy (Calibração de Fábrica) |
| gz\_off | 11.Offset de gz (Calibração de Fábrica) |
| cfh\_ok | 1.Feita Calibração de Fábrica do Magnetômetro? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| sth\_cf | 2.Passou Self Teste do Magnetômetro na CF? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| hx\_ASA | 3.Ajuste do eixo hx |
| hy\_ASA | 4.Ajuste do eixo hy |
| hz\_ASA | 5.Ajuste do eixo hz |
| hx\_off | 6.Offset de hx (Calibração de Fábrica) |
| hy\_off | 7.Offset de hy (Calibração de Fábrica) |
| hz\_off | 8.Offset de hz (Calibração de Fábrica) |
| hx\_esc | 9.Ajuste de escala de hx (Calibração de Fábrica) |
| hy\_esc | 10.Ajuste de escala de hy (Calibração de Fábrica) |
| hz\_esc | 11.Ajuste de escala de hz (Calibração de Fábrica) |
| st\_op | 1. Passou Self Teste da Operação? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| sth\_op | 2. Magnetômetro passou Self Teste da Operação? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’) |
| aesc\_op | 3.Escala do Acelerômetro na Operação (1, 2, 4, 8 g) |
| gesc\_op | 4.Escala do Giroscópio na Operação (250, 500, ..., 2000 graus/seg) |
| famost | 5. Frequência de amostragem em Hz |
| bw | 6. BW usada na operação |
| r1 | 7. Reserva |
| r2 | 8. Reserva |
| r3 | 9. Reserva |
| r4 | 10. Reserva |
| r5 | 11. Reserva |
| qtd | Quantidade de linhas com as informações do MPU (ax, ay, ..., hz). |
| cont adr  ax ay ax  gx gy gz  hx hy hz | Linha com uma leitura do MPU. Todos esses dados estão em uma mesma linha, separados por espaços em branco.  cont é um contador sequencial.  adr é o endereço em decimal da posição onde este dado do MPU estava na SRAM. |
| **m]#** | Delimitador de fim do campo de dados do MPU |
|  | ------- dados do GPS ------ |
| **#[g** | Delimitador de início do campo de dados do GPS.  Observação: Cada linha do GPS é composta por várias strings separadas por espaço em branco. Nesta tabela elas foram separados para facilitar a explicação. |
| cont | Contador sequencial. |
| adr | Endereço em decimal da posição onde este dado do GPS estava na SRAM. |
| A/V | Uma letra para indicar se dado é válido (A) ou não válido (V). |
| ddmmyy | Data da leitura do GPS. |
| hhmmss | Hora da leitura do GPS. |
| ddmm.ffffff | Latitude em graus (degrees), minutos e frações de minuto |
| N/S | Indicação do hemisfério |
| dddmm.fffff | Longitude em graus (degrees), minutos e frações de minuto |
| E/W | Indicação do Este ou Oeste |
| x.xxx | Velocidade |
| K | Unidade da velocidade (K=km/h) |
| x.xxx | Velocidade em nós |
| x.xx | ??? curso |
| x.xx | Altitude |
| M | Unidade da altitude (M=metros) |
| xx | Quantidade de satélites |
| PDOP | Qualidade da medida |
| HDOP | Espalhamento horizontal |
| VDOP | Espalhamento vertical |
| adr\_mpu | Endereço em decimal do ponteiro que grava os dados do MPU |
| **g]#** | Delimitador de fim do campo de dados do GPS |
|  | ------- dados da Calibração ao Ligar ------ |
| **#[l** | Delimitador de início do campo da Calibração ao Ligar |
| Bateu? | Esta CXP está batida? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| Self Test | Passou no Self Test? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| Calib Fabr | Tem Calibração de Fábrica? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| - | --- Parâmetros para Calibração ao Ligar --- |
| Freq | Frequência da amostragem (Hz) usada na Calibração ao Ligar (100, 200, ..., 1000 Hz) |
| BW | Banda do filtro acelerômetro, na Calibração ao Ligar (5, 10, 21, ..., 260 Hz) |
| Qtd | Quantidade de medidas para fazer a Calibração ao Ligar (Acelerômetro e Giroscópio) |
| Esc Acel | Escala usada no Acelerômetro para fazer a Calibração ao Ligar (2, 4, 8, 16) |
| Esc Giro | Escala usada no Giroscópio para fazer a Calibração ao Ligar (250, 500, 1000, 2000) |
| ax ay az tp gx gy gz | Uma linha com os 7 resultados da Calibração ao Ligar separados por espaços  É o resultado do cálculo do bias ao ligar |
| Qtd | Quantidade de medidas para fazer a calibração do Magnetômetro |
| Esc Mag | Escala usada na calibração do Magnetômetro |
| hx hy hz | Uma linha com os 3 resultados da Calibração do Magnetômetro |
| - | --- Parâmetros para Operação --- |
| Freq | Frequência da amostragem (Hz) usada na operação do MPU (100, 200, ..., 1000 Hz) |
| BW | Programação do filtro, banda do acelerômetro (5, 10, 21, ..., 260 Hz) |
| Esc Acel | Escala usada na operação do Acelerômetro (2, 4, 8, 16) |
| Esc Giro | Escala usada na operação do Giroscópio (250, 500, 1000, 2000) |
| Esc Mag | Escala usada na operação do Magnetômetro |
| Limiares | Uma linha com os 6 limiares de disparo (ax ay az gx gy gz) |
| Pont MPU | Valor decimal do Ponteiro do MPU no momento do acidente |
| Pont GPS | Valor decimal do Ponteiro do GPS no momento do acidente |
| Temp | Temperatura do MPU na hora do acidente |
| Quem? | Uma linha com os 6 números indicando quem disparou (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| Break | Aquisição foi interrompida? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| Último adr | Último endereço gravado pelo MPU |
| Data | Data do acidente |
| Hora | Hora do acidente |
| **l]#** |  |
|  | ------- dados da Calibração de Fábrica ------ |
| **#[f** | Delimitador de início do campo da Calibração de Fábrica |
| Calib Fabr | Tem Calibração de Fábrica? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| Data | Data da realização da Calibração de Fábrica |
| Local | Local onde foi realizada a Calibração de Fábrica |
| gp | Valor Padrão da Aceleração da Gravidade (9.80665 m/s2) |
| gl | Valor da Aceleração da Gravidade no local da Calibração de Fábrica (BSB = 9.7808439 m/s2) |
| gp esc | Valor decimal da Aceleração Padrão da Gravidade na escala de +/- 2 g |
| gl esc | Valor decimal da Aceleração da Gravidade Local na escala de +/- 2 g |
| Who | Valor decimal da resposta do MPU à pergunta Who am I? |
| Freq | Frequência (Hz) usada pelo MPU nas medidas da Calibração de Fábrica |
| BW | Banda passante do filtro (Hz) – Acelerômetro é tomado com referência |
| Esc Acel | Escala usada no Acelerômetro para fazer a Calibração ao Ligar (2, 4, 8, 16) |
| Esc Giro | Escala usada no Giroscópio para fazer a Calibração ao Ligar (250, 500, 1000, 2000) |
| Qtd | Quantidade de medidas realizadas para calcular da média |
| ax ay az tp gx gy gz | Uma linha com os 7 resultados (médias ou bias) da Calibração de Fábrica separados por espaços |
| ax ay az tp gx gy gz | Uma linha com os 7 resultados dos somatórios realizados para calcular as médias da Calibração de Fábrica, separados por espaços. São números grandes. |
| ax ay az tp gx gy gz | Uma linha com as primeiras 7 medidas realizados para calcular as médias. |
| ax ay az tp gx gy gz | Uma linha com as últimas 7 medidas realizados para calcular as médias. |
| Selt Test | Passou no Self Test realizado na Calibração de Fábrica? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| ax ay az gx gy gz | Uma linha com as 6 leituras com o Self Test OFF. |
| ax ay az gx gy gz | Uma linha com as 6 leituras com o Self Test ON. |
| ax ay az gx gy gz | Uma linha com as 6 leituras dos registradores de Self Test. |
| ax ay az gx gy gz | Uma linha com os 6 resultados calculados no Self Test ON. |
| **f]#** |  |
|  |  |
|  |  |

**5. dxxxa.txt – Arquivo com Dados do Acelerômetro**

**6. dxxxg.txt – Arquivo com Dados do Acelerômetro**

**7. dxxxh.txt – Arquivo com Dados do Acelerômetro**

**8. dxxxj.txt – Arquivo com Dados formato José luiz**

É um arquivo texto, com todas as leituras do acelerômetro. O Final de cada linha é indicado com caracteres **Carriage Return** (0xD) e **Line Feed** (0xA). Quando uma linha tem vários dados, eles são separados por 1 ou mais espaços. Tolera-se linhas em branco para fazer a separação de campos importantes. São 4 os marcadores de campo usados para delimitar esses dados.

Os marcadores #[a ... a]# indicam a área útil. Tudo o que estiver fora desta área é ignorado.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr** | **Linha** | **Descrição dxxxa.txt** |
| **1** | **#[a** | Delimitador de início do campo de dados válidos. |
| 2 | dxxx$.txt | Nome do arquivo de origem. |
| 3 | ddmmyy | Data da batida (do acionamento da tecla SEL). |
| 4 | hhmmmss | Hora da batida (do acionamento da tecla SEL). |
| 5 | Temp | Leitura do registrador de temperatura no instante da tecla SEL |
| 6 | Freq | Frequência de amostragem (100, 200, ..., 1000 Hz) |
| 7 | BW | Banda Passante do filtro (5,10, ..., 260 Hz) |
| 8 | Escala | Escala usada pelo acelerômetro (2, 4, 8, 16 g) |
| 9 | Adr | Valor decimal do ponteiro de gravação na SRAM no momento da batida. |
| 10 | Qtd | Quantidade de linhas com as informações do MPU que foram gravadas. |
| N | cont adr  ax ay ax | Linha com as acelerações. Estão em uma mesma linha, separados por espaços em branco.  cont é um contador sequencial.  adr é o endereço em decimal da posição onde este dado do MPU estava na SRAM. |
| **?** | **a]#** | Delimitador de fim do campo de dados válidos |

Este arquivo deve conter todos os dados da CXP que possam ser úteis para a análise. Em suma, aqui está tudo que se pode extrair da CXP. É um arquivo texto, sendo que o final de cada linha é indicado com caracteres **Carriage Return**

Arquivo dxxx$.txt já está gravado. Permite:

* 1 – (triagem) Triagem 🡪 Divide o arquivo principal dxxx$.txt em diversos outros arquivos para facilitar o processamento.
* 2 – (cal\_lig) Mostrar Calibração ao Ligar 🡪 Exibe todos os dados da calibração ao ligar. Pega os dados do arquivo principal dxxx$.txt.
* 3 – (cal\_fab) Mostrar Calibração de Fábrica 🡪 Exibe todos os dados da calibração de fábrica. Pega os dados do arquivo principal dxxx$.txt.
* 4 – (print) Print 🡪 faz a impressão de um arquivo, usuário indica número e tipo.
* 5 – (inter) Interpreta 🡪 Mostra todos os dados do arquivo dxxx$.txt, com rótulos para as informações e calcula aceleração em g e rotação em graus/seg.
* 6 – (lista) Listar arquivos 🡪 Lista todos os arquivos do tipo dxxx$.txt, incluindo a data e a hora do disparo.
* 7 - Sair

Lista dos Arquivos frutos da Triagem, onde xxx = 1, 2, ..., 999

* dxxx**$**.txt --> Contém tudo, incluindo { #[m ... #[g ... f]# }.
* dxxx**a**.txt --> { ax ay az } Acelerômetro
* dxxx**g**.txt --> { gx gy gz } Giroscópio
* dxxx**h**.txt --> { hx hy hz } Magnetômetro
* dxxx**n**.txt --> { ... linha gps 128 bytes } GPS = navegador
* dxxx**p**.txt --> { Lat N/S Long E/W } Só latitude e longitude
* dxxx**v**.txt --> {velocidade km/h} Só a velocidade