FST的理解

在单音素训练的时候会遇到函数compile-train-graphs，具体执行如下：

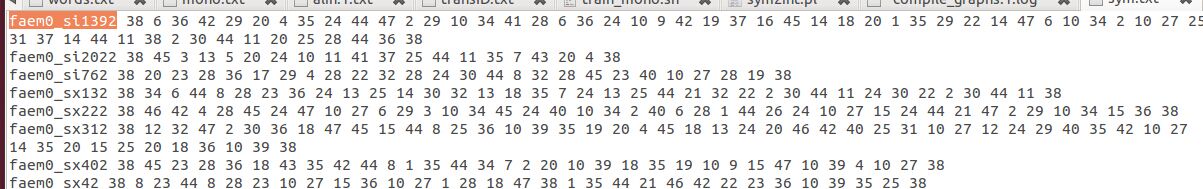
compile-train-graphs exp/mono/tree exp/mono/0.mdl data/lang/L.fst 'ark:sym2int.pl --map-oov 38 -f 2- data/lang/words.txt < data/train/split30/1/text|' 'ark:|gzip -c >exp/mono/fsts.1.gz'

这里可以把红色的1换为1到30的任何一个数字。因为程序里迭代了30次。这里先使用第一个来看看。

这个的意义就是为每个句子生成一个fst，为了更好的做align。

sym2int.pl --map-oov 38 -f 2- data/lang/words.txt < data/train/split30/1/text

这句话的作用把text里原来是音素的把它对应成数字，便于处理，而且把表外词映射成38。所以我们看到每句话的第一个为38，应该把sil映射过去了。



然后把tree，0.mdl，L.fst，上面得到的text，组合为我们的fst。

我们可以查看0.mdl对应的文件：

共同48个音素，每个音素的HMM如下：



这样转移起来是总共48\*6=288。

现在我们来看看我们的fst文件，这里举两个例子来验证我的想法。

第一个句子的fst在下面，他的句子是：

faem0\_si1392 sil ax s uw m f ao r ix vcl z ae m cl p uh l ax s ix cl ch uw ey sh en w eh er f aa r m hh eh z ax cl p ae cl k iy ng sh eh vcl d sil ae n vcl d f iy l vcl s sil

第二个句子是：

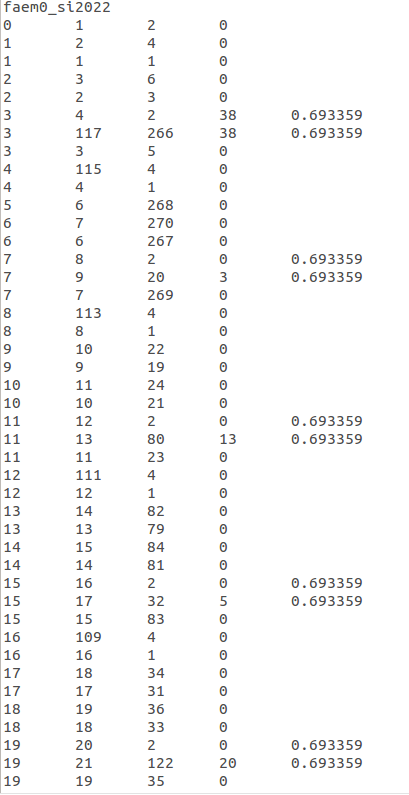
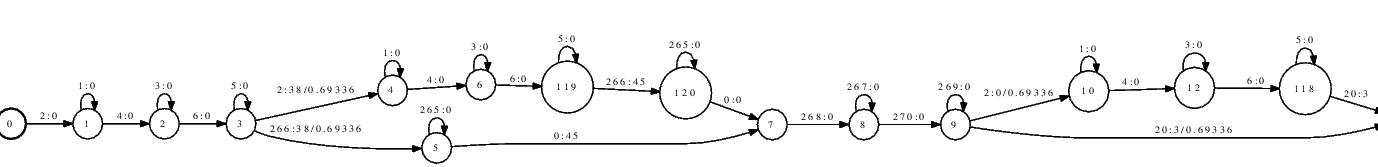
faem0\_si2022 sil w ah dx aw f ix cl d uh sh iy vcl d r ay v f ao sil

我们可以数下每个句子对应的音素个数，第一个应该是59个。第二个音素是20个。而正好我们的状态数一个是354和120，可以推算都是乘以6的结果。可以认为第一列和第二列是转移id，只不过这个转移id是根据我们每个句子的第一个音素开始计数的。这个要与第三列要区分开了，第三列是根据phone.txt对应的，这个我们是从phone.txt第一个开始计数的。但也是转移id，只不过代表的意义不一样了。第四列是word.txt，0代表没有词对应，kaldi里是用<eps>来代替的。第五列是代价，也就是cost。这里我们都使用相同的一个值。

然后要说明的，compile-train-graphs是不考虑转移概率的。因为训练的时候一开始计算转移概率是多余的，最后我们把音素对应的所有帧算出来后再弄计算转移概率要方便的多。

这么说，相信你能理解了吧。有问题Q我。

(下图是数据库timit下faem0文件夹里的si2022音频，fstdraw画出来的图，最下面是2个文件的fst，可以去翻翻看看)



1.faem0\_si1392

0 1 2 0

1 2 4 0

1 1 1 0

2 3 6 0

2 2 3 0

3 4 2 38 0.693359

3 348 38 38 0.693359

3 3 5 0

4 346 4 0

4 4 1 0

5 6 40 0

6 7 42 0

6 6 39 0

7 8 2 0 0.693359

7 9 218 36 0.693359

7 7 41 0

8 344 4 0

8 8 1 0

9 10 220 0

9 9 217 0

10 11 222 0

10 10 219 0

11 12 2 0 0.693359

11 13 248 42 0.693359

11 11 221 0

12 342 4 0

12 12 1 0

13 14 250 0

13 13 247 0

14 15 252 0

14 14 249 0

15 16 2 0 0.693359

15 17 176 29 0.693359

15 15 251 0

16 340 4 0

16 16 1 0

17 18 178 0

17 17 175 0

18 19 180 0

18 18 177 0

19 20 2 0 0.693359

19 21 122 20 0.693359

19 19 179 0

20 338 4 0

20 20 1 0

21 22 124 0

21 21 121 0

22 23 126 0

22 22 123 0

23 24 2 0 0.693359

23 25 26 4 0.693359

23 23 125 0

24 336 4 0

24 24 1 0

25 26 28 0

25 25 25 0

26 27 30 0

26 26 27 0

27 28 2 0 0.693359

27 29 212 35 0.693359

27 27 29 0

28 334 4 0

28 28 1 0

29 30 214 0

29 29 211 0

30 31 216 0

30 30 213 0

31 32 2 0 0.693359

31 33 146 24 0.693359

31 31 215 0

32 332 4 0

32 32 1 0

33 34 148 0

33 33 145 0

34 35 150 0

34 34 147 0

35 36 2 0 0.693359

35 37 260 44 0.693359

35 35 149 0

36 330 4 0

36 36 1 0

37 38 262 0

37 37 259 0

38 39 264 0

38 38 261 0

39 40 2 0 0.693359

39 41 278 47 0.693359

39 39 263 0

40 328 4 0

40 40 1 0

41 42 280 0

41 41 277 0

42 43 282 0

42 42 279 0

43 44 2 0 0.693359

43 45 14 2 0.693359

43 43 281 0

44 326 4 0

44 44 1 0

45 46 16 0

45 45 13 0

46 47 18 0

46 46 15 0

47 48 2 0 0.693359

47 49 176 29 0.693359

47 47 17 0

48 324 4 0

48 48 1 0

49 50 178 0

49 49 175 0

50 51 180 0

50 50 177 0

51 52 2 0 0.693359

51 53 62 10 0.693359

51 51 179 0

52 322 4 0

52 52 1 0

53 54 64 0

53 53 61 0

54 55 66 0

54 54 63 0

55 56 2 0 0.693359

55 57 206 34 0.693359

55 55 65 0

56 320 4 0

56 56 1 0

57 58 208 0

57 57 205 0

58 59 210 0

58 58 207 0

59 60 2 0 0.693359

59 61 242 41 0.693359

59 59 209 0

60 318 4 0

60 60 1 0

61 62 244 0

61 61 241 0

62 63 246 0

62 62 243 0

63 64 2 0 0.693359

63 65 170 28 0.693359

63 63 245 0

64 316 4 0

64 64 1 0

65 66 172 0

65 65 169 0

66 67 174 0

66 66 171 0

67 68 2 0 0.693359

67 69 38 6 0.693359

67 67 173 0

68 314 4 0

68 68 1 0

69 70 40 0

69 69 37 0

70 71 42 0

70 70 39 0

71 72 2 0 0.693359

71 73 218 36 0.693359

71 71 41 0

72 312 4 0

72 72 1 0

73 74 220 0

73 73 217 0

74 75 222 0

74 74 219 0

75 76 2 0 0.693359

75 77 146 24 0.693359

75 75 221 0

76 310 4 0

76 76 1 0

77 78 148 0

77 77 145 0

78 79 150 0

78 78 147 0

79 80 2 0 0.693359

79 81 62 10 0.693359

79 79 149 0

80 308 4 0

80 80 1 0

81 82 64 0

81 81 61 0

82 83 66 0

82 82 63 0

83 84 2 0 0.693359

83 85 56 9 0.693359

83 83 65 0

84 306 4 0

84 84 1 0

85 86 58 0

85 85 55 0

86 87 60 0

86 86 57 0

87 88 2 0 0.693359

87 89 248 42 0.693359

87 87 59 0

88 304 4 0

88 88 1 0

89 90 250 0

89 89 247 0

90 91 252 0

90 90 249 0

91 92 2 0 0.693359

91 93 116 19 0.693359

91 91 251 0

92 302 4 0

92 92 1 0

93 94 118 0

93 93 115 0

94 95 120 0

94 94 117 0

95 96 2 0 0.693359

95 97 224 37 0.693359

95 95 119 0

96 300 4 0

96 96 1 0

97 98 226 0

97 97 223 0

98 99 228 0

98 98 225 0

99 100 2 0 0.693359

99 101 98 16 0.693359

99 99 227 0

100 298 4 0

100 100 1 0

101 102 100 0

101 101 97 0

102 103 102 0

102 102 99 0

103 104 2 0 0.693359

103 105 266 45 0.693359

103 103 101 0

104 296 4 0

104 104 1 0

105 106 268 0

105 105 265 0

106 107 270 0

106 106 267 0

107 108 2 0 0.693359

107 109 86 14 0.693359

107 107 269 0

108 294 4 0

108 108 1 0

109 110 88 0

109 109 85 0

110 111 90 0

110 110 87 0

111 112 2 0 0.693359

111 113 110 18 0.693359

111 111 89 0

112 292 4 0

112 112 1 0

113 114 112 0

113 113 109 0

114 115 114 0

114 114 111 0

115 116 2 0 0.693359

115 117 122 20 0.693359

115 115 113 0

116 290 4 0

116 116 1 0

117 118 124 0

117 117 121 0

118 119 126 0

118 118 123 0

119 120 2 0 0.693359

119 121 8 1 0.693359

119 119 125 0

120 288 4 0

120 120 1 0

121 122 10 0

121 121 7 0

122 123 12 0

122 122 9 0

123 124 2 0 0.693359

123 125 212 35 0.693359

123 123 11 0

124 286 4 0

124 124 1 0

125 126 214 0

125 125 211 0

126 127 216 0

126 126 213 0

127 128 2 0 0.693359

127 129 176 29 0.693359

127 127 215 0

128 284 4 0

128 128 1 0

129 130 178 0

129 129 175 0

130 131 180 0

130 130 177 0

131 132 2 0 0.693359

131 133 134 22 0.693359

131 131 179 0

132 282 4 0

132 132 1 0

133 134 136 0

133 133 133 0

134 135 138 0

134 134 135 0

135 136 2 0 0.693359

135 137 86 14 0.693359

135 135 137 0

136 280 4 0

136 136 1 0

137 138 88 0

137 137 85 0

138 139 90 0

138 138 87 0

139 140 2 0 0.693359

139 141 278 47 0.693359

139 139 89 0

140 278 4 0

140 140 1 0

141 142 280 0

141 141 277 0

142 143 282 0

142 142 279 0

143 144 2 0 0.693359

143 145 38 6 0.693359

143 143 281 0

144 276 4 0

144 144 1 0

145 146 40 0

145 145 37 0

146 147 42 0

146 146 39 0

147 148 2 0 0.693359

147 149 62 10 0.693359

147 147 41 0

148 274 4 0

148 148 1 0

149 150 64 0

149 149 61 0

150 151 66 0

150 150 63 0

151 152 2 0 0.693359

151 153 206 34 0.693359

151 151 65 0

152 272 4 0

152 152 1 0

153 154 208 0

153 153 205 0

154 155 210 0

154 154 207 0

155 156 2 0 0.693359

155 157 14 2 0.693359

155 155 209 0

156 270 4 0

156 156 1 0

157 158 16 0

157 157 13 0

158 159 18 0

158 158 15 0

159 160 2 0 0.693359

159 161 62 10 0.693359

159 159 17 0

160 268 4 0

160 160 1 0

161 162 64 0

161 161 61 0

162 163 66 0

162 162 63 0

163 164 2 0 0.693359

163 165 164 27 0.693359

163 163 65 0

164 266 4 0

164 164 1 0

165 166 166 0

165 165 163 0

166 167 168 0

166 166 165 0

167 168 2 0 0.693359

167 169 152 25 0.693359

167 167 167 0

168 264 4 0

168 168 1 0

169 170 154 0

169 169 151 0

170 171 156 0

170 170 153 0

171 172 2 0 0.693359

171 173 188 31 0.693359

171 171 155 0

172 262 4 0

172 172 1 0

173 174 190 0

173 173 187 0

174 175 192 0

174 174 189 0

175 176 2 0 0.693359

175 177 224 37 0.693359

175 175 191 0

176 260 4 0

176 176 1 0

177 178 226 0

177 177 223 0

178 179 228 0

178 178 225 0

179 180 2 0 0.693359

179 181 86 14 0.693359

179 179 227 0

180 258 4 0

180 180 1 0

181 182 88 0

181 181 85 0

182 183 90 0

182 182 87 0

183 184 2 0 0.693359

183 185 260 44 0.693359

183 183 89 0

184 256 4 0

184 184 1 0

185 186 262 0

185 185 259 0

186 187 264 0

186 186 261 0

187 188 2 0 0.693359

187 189 68 11 0.693359

187 187 263 0

188 254 4 0

188 188 1 0

189 190 70 0

189 189 67 0

190 191 72 0

190 190 69 0

191 192 2 0

191 191 71 0

192 193 4 0

192 192 1 0

193 194 6 0

193 193 3 0

194 195 2 38 0.693359

194 349 14 38 0.693359

194 194 5 0

195 252 4 0

195 195 1 0

196 197 16 0

197 198 18 0

197 197 15 0

198 199 2 0 0.693359

198 200 182 30 0.693359

198 198 17 0

199 250 4 0

199 199 1 0

200 201 184 0

200 200 181 0

201 202 186 0

201 201 183 0

202 203 2 0 0.693359

202 204 260 44 0.693359

202 202 185 0

203 248 4 0

203 203 1 0

204 205 262 0

204 204 259 0

205 206 264 0

205 205 261 0

206 207 2 0 0.693359

206 208 68 11 0.693359

206 206 263 0

207 246 4 0

207 207 1 0

208 209 70 0

208 208 67 0

209 210 72 0

209 209 69 0

210 211 2 0 0.693359

210 212 122 20 0.693359

210 210 71 0

211 244 4 0

211 211 1 0

212 213 124 0

212 212 121 0

213 214 126 0

213 213 123 0

214 215 2 0 0.693359

214 216 152 25 0.693359

214 214 125 0

215 242 4 0

215 215 1 0

216 217 154 0

216 216 151 0

217 218 156 0

217 217 153 0

218 219 2 0 0.693359

218 220 170 28 0.693359

218 218 155 0

219 240 4 0

219 219 1 0

220 221 172 0

220 220 169 0

221 222 174 0

221 221 171 0

222 223 2 0 0.693359

222 224 260 44 0.693359

222 222 173 0

223 238 4 0

223 223 1 0

224 225 262 0

224 224 259 0

225 226 264 0

225 225 261 0

226 227 2 0 0.693359

226 228 218 36 0.693359

226 226 263 0

227 236 4 0

227 227 1 0

228 229 220 0

228 228 217 0

229 230 222 0

229 229 219 0

230 231 2 0

230 230 221 0

231 232 4 0

231 231 1 0

232 233 6 0

232 232 3 0

233 234 2 38 0.693359

233 350 0 38 0.693359

233 233 5 0

234 235 4 0

234 234 1 0

235 351 6 0

235 235 3 0

236 237 6 0

236 236 3 0

237 228 218 36

237 237 5 0

238 239 6 0

238 238 3 0

239 224 260 44

239 239 5 0

240 241 6 0

240 240 3 0

241 220 170 28

241 241 5 0

242 243 6 0

242 242 3 0

243 216 152 25

243 243 5 0

244 245 6 0

244 244 3 0

245 212 122 20

245 245 5 0

246 247 6 0

246 246 3 0

247 208 68 11

247 247 5 0

248 249 6 0

248 248 3 0

249 204 260 44

249 249 5 0

250 251 6 0

250 250 3 0

251 200 182 30

251 251 5 0

252 253 6 0

252 252 3 0

253 352 14 2

253 253 5 0

254 255 6 0

254 254 3 0

255 189 68 11

255 255 5 0

256 257 6 0

256 256 3 0

257 185 260 44

257 257 5 0

258 259 6 0

258 258 3 0

259 181 86 14

259 259 5 0

260 261 6 0

260 260 3 0

261 177 224 37

261 261 5 0

262 263 6 0

262 262 3 0

263 173 188 31

263 263 5 0

264 265 6 0

264 264 3 0

265 169 152 25

265 265 5 0

266 267 6 0

266 266 3 0

267 165 164 27

267 267 5 0

268 269 6 0

268 268 3 0

269 161 62 10

269 269 5 0

270 271 6 0

270 270 3 0

271 157 14 2

271 271 5 0

272 273 6 0

272 272 3 0

273 153 206 34

273 273 5 0

274 275 6 0

274 274 3 0

275 149 62 10

275 275 5 0

276 277 6 0

276 276 3 0

277 145 38 6

277 277 5 0

278 279 6 0

278 278 3 0

279 141 278 47

279 279 5 0

280 281 6 0

280 280 3 0

281 137 86 14

281 281 5 0

282 283 6 0

282 282 3 0

283 133 134 22

283 283 5 0

284 285 6 0

284 284 3 0

285 129 176 29

285 285 5 0

286 287 6 0

286 286 3 0

287 125 212 35

287 287 5 0

288 289 6 0

288 288 3 0

289 121 8 1

289 289 5 0

290 291 6 0

290 290 3 0

291 117 122 20

291 291 5 0

292 293 6 0

292 292 3 0

293 113 110 18

293 293 5 0

294 295 6 0

294 294 3 0

295 109 86 14

295 295 5 0

296 297 6 0

296 296 3 0

297 105 266 45

297 297 5 0

298 299 6 0

298 298 3 0

299 101 98 16

299 299 5 0

300 301 6 0

300 300 3 0

301 97 224 37

301 301 5 0

302 303 6 0

302 302 3 0

303 93 116 19

303 303 5 0

304 305 6 0

304 304 3 0

305 89 248 42

305 305 5 0

306 307 6 0

306 306 3 0

307 85 56 9

307 307 5 0

308 309 6 0

308 308 3 0

309 81 62 10

309 309 5 0

310 311 6 0

310 310 3 0

311 77 146 24

311 311 5 0

312 313 6 0

312 312 3 0

313 73 218 36

313 313 5 0

314 315 6 0

314 314 3 0

315 69 38 6

315 315 5 0

316 317 6 0

316 316 3 0

317 65 170 28

317 317 5 0

318 319 6 0

318 318 3 0

319 61 242 41

319 319 5 0

320 321 6 0

320 320 3 0

321 57 206 34

321 321 5 0

322 323 6 0

322 322 3 0

323 53 62 10

323 323 5 0

324 325 6 0

324 324 3 0

325 49 176 29

325 325 5 0

326 327 6 0

326 326 3 0

327 45 14 2

327 327 5 0

328 329 6 0

328 328 3 0

329 41 278 47

329 329 5 0

330 331 6 0

330 330 3 0

331 37 260 44

331 331 5 0

332 333 6 0

332 332 3 0

333 33 146 24

333 333 5 0

334 335 6 0

334 334 3 0

335 29 212 35

335 335 5 0

336 337 6 0

336 336 3 0

337 25 26 4

337 337 5 0

338 339 6 0

338 338 3 0

339 21 122 20

339 339 5 0

340 341 6 0

340 340 3 0

341 17 176 29

341 341 5 0

342 343 6 0

342 342 3 0

343 13 248 42

343 343 5 0

344 345 6 0

344 344 3 0

345 9 218 36

345 345 5 0

346 347 6 0

346 346 3 0

347 353 38 6

347 347 5 0

348 5 0 6

348 348 37 0

349 196 0 2

349 349 13 0

350

351 350 0 0

351 351 5 0

352 196 0 0

352 352 13 0

353 5 0 0

353 353 37 0

2. faem0\_si2022

0 1 2 0

1 2 4 0

1 1 1 0

2 3 6 0

2 2 3 0

3 4 2 38 0.693359

3 117 266 38 0.693359

3 3 5 0

4 115 4 0

4 4 1 0

5 6 268 0

6 7 270 0

6 6 267 0

7 8 2 0 0.693359

7 9 20 3 0.693359

7 7 269 0

8 113 4 0

8 8 1 0

9 10 22 0

9 9 19 0

10 11 24 0

10 10 21 0

11 12 2 0 0.693359

11 13 80 13 0.693359

11 11 23 0

12 111 4 0

12 12 1 0

13 14 82 0

13 13 79 0

14 15 84 0

14 14 81 0

15 16 2 0 0.693359

15 17 32 5 0.693359

15 15 83 0

16 109 4 0

16 16 1 0

17 18 34 0

17 17 31 0

18 19 36 0

18 18 33 0

19 20 2 0 0.693359

19 21 122 20 0.693359

19 19 35 0

20 107 4 0

20 20 1 0

21 22 124 0

21 21 121 0

22 23 126 0

22 22 123 0

23 24 2 0 0.693359

23 25 146 24 0.693359

23 23 125 0

24 105 4 0

24 24 1 0

25 26 148 0

25 25 145 0

26 27 150 0

26 26 147 0

27 28 2 0 0.693359

27 29 62 10 0.693359

27 27 149 0

28 103 4 0

28 28 1 0

29 30 64 0

29 29 61 0

30 31 66 0

30 30 63 0

31 32 2 0 0.693359

31 33 68 11 0.693359

31 31 65 0

32 101 4 0

32 32 1 0

33 34 70 0

33 33 67 0

34 35 72 0

34 34 69 0

35 36 2 0 0.693359

35 37 242 41 0.693359

35 35 71 0

36 99 4 0

36 36 1 0

37 38 244 0

37 37 241 0

38 39 246 0

38 38 243 0

39 40 2 0 0.693359

39 41 224 37 0.693359

39 39 245 0

40 97 4 0

40 40 1 0

41 42 226 0

41 41 223 0

42 43 228 0

42 42 225 0

43 44 2 0 0.693359

43 45 152 25 0.693359

43 43 227 0

44 95 4 0

44 44 1 0

45 46 154 0

45 45 151 0

46 47 156 0

46 46 153 0

47 48 2 0 0.693359

47 49 260 44 0.693359

47 47 155 0

48 93 4 0

48 48 1 0

49 50 262 0

49 49 259 0

50 51 264 0

50 50 261 0

51 52 2 0 0.693359

51 53 68 11 0.693359

51 51 263 0

52 91 4 0

52 52 1 0

53 54 70 0

53 53 67 0

54 55 72 0

54 54 69 0

55 56 2 0 0.693359

55 57 212 35 0.693359

55 55 71 0

56 89 4 0

56 56 1 0

57 58 214 0

57 57 211 0

58 59 216 0

58 58 213 0

59 60 2 0 0.693359

59 61 44 7 0.693359

59 59 215 0

60 87 4 0

60 60 1 0

61 62 46 0

61 61 43 0

62 63 48 0

62 62 45 0

63 64 2 0 0.693359

63 65 254 43 0.693359

63 63 47 0

64 85 4 0

64 64 1 0

65 66 256 0

65 65 253 0

66 67 258 0

66 66 255 0

67 68 2 0 0.693359

67 69 122 20 0.693359

67 67 257 0

68 83 4 0

68 68 1 0

69 70 124 0

69 69 121 0

70 71 126 0

70 70 123 0

71 72 2 0 0.693359

71 73 26 4 0.693359

71 71 125 0

72 81 4 0

72 72 1 0

73 74 28 0

73 73 25 0

74 75 30 0

74 74 27 0

75 76 2 0

75 75 29 0

76 77 4 0

76 76 1 0

77 78 6 0

77 77 3 0

78 79 2 38 0.693359

78 118 0 38 0.693359

78 78 5 0

79 80 4 0

79 79 1 0

80 119 6 0

80 80 3 0

81 82 6 0

81 81 3 0

82 73 26 4

82 82 5 0

83 84 6 0

83 83 3 0

84 69 122 20

84 84 5 0

85 86 6 0

85 85 3 0

86 65 254 43

86 86 5 0

87 88 6 0

87 87 3 0

88 61 44 7

88 88 5 0

89 90 6 0

89 89 3 0

90 57 212 35

90 90 5 0

91 92 6 0

91 91 3 0

92 53 68 11

92 92 5 0

93 94 6 0

93 93 3 0

94 49 260 44

94 94 5 0

95 96 6 0

95 95 3 0

96 45 152 25

96 96 5 0

97 98 6 0

97 97 3 0

98 41 224 37

98 98 5 0

99 100 6 0

99 99 3 0

100 37 242 41

100 100 5 0

101 102 6 0

101 101 3 0

102 33 68 11

102 102 5 0

103 104 6 0

103 103 3 0

104 29 62 10

104 104 5 0

105 106 6 0

105 105 3 0

106 25 146 24

106 106 5 0

107 108 6 0

107 107 3 0

108 21 122 20

108 108 5 0

109 110 6 0

109 109 3 0

110 17 32 5

110 110 5 0

111 112 6 0

111 111 3 0

112 13 80 13

112 112 5 0

113 114 6 0

113 113 3 0

114 9 20 3

114 114 5 0

115 116 6 0

115 115 3 0

116 120 266 45

116 116 5 0

117 5 0 45

117 117 265 0

118

119 118 0 0

119 119 5 0

120 5 0 0

120 120 265 0