

survivalGPU : Analyses de survie sur cartes graphiques

Alexis van STRAATEN¹ Jean FEYDY² Anne-Sophie JANNOT^{2,3}

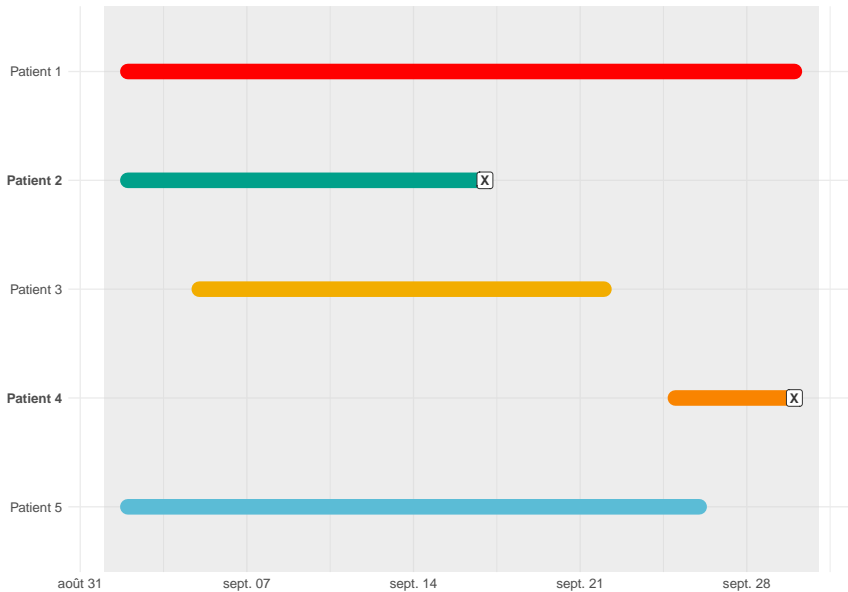
¹Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), Service d'informatique Médicale, Biostatistiques Et Santé Publique, Hôpital Européen Georges Pompidou, Paris

²HeKA, Centre de Recherche des Cordeliers, INSERM, INRIA, Paris

³Cellule opérationnelle de la Banque Nationale de Données Maladies Rares, AP-HP, Paris



L'analyse de survie



L'analyse de survie

Modèle : Cox (1972)

Implémentation sur R : package `survival` de Terry Therneau, avec la fonction `coxph()`

- ▶ Etude sur la survenue d'un évènement.

Actuellement dans la recherche médicale:

- ▶ Accès à de larges bases de données de santé & développement d'entrepôts.
- ▶ Les méthodes sont acceptables pour des petites études, mais non utilisables pour des études à grande échelle.

Solution : utiliser les ressources des cartes graphiques.

Construction de survivalGPU

Etapes de construction du package :

1. Profilage du package `survival`
2. Réécriture d'un nouveau solveur de Cox en python avec `pytorch` pour la compatibilité avec les cartes graphiques Nvidia
3. Construction du package R avec les fonctions python en utilisant `reticulate`
4. Tests unitaires : reprise des tests de `survival` et résultats identiques entre `survival` et `survivalGPU` (en cours)

Implémentation de 2 modèles :

- ▶ Cox
- ▶ WCE (Weighted Cumulative Exposure) pour la pharmacovigilance

Plus-values de survivalGPU :

- ▶ Scalable
- ▶ Rapide
- ▶ Gestion des bootstraps



survival et survivalGPU

Exemples et tests avec le jeu de données

WCE::drugdata

```
library(WCE)
drugdata[43:53,]
```

	Id	Event	Start	Stop	sex	age	dose
43	1	0	42	43	1	40	2.5
44	1	0	43	44	1	40	2.5
45	1	0	44	45	1	40	2.5
46	1	0	45	46	1	40	2.5
47	1	0	46	47	1	40	2.5
48	1	0	47	48	1	40	2.5
49	1	1	48	49	1	40	2.5
366	2	0	0	1	0	48	0.0
367	2	0	1	2	0	48	0.0
368	2	0	2	3	0	48	0.0
369	2	0	3	4	0	48	0.0

Description drugdata

Nombre de données		77 038
Nombre de patients		500
Evenements		383 (77%)
Sexe	Hommes	365 (73%)
	Femmes	135 (27%)
Age		40.76 (13.13)
Suivi		154.08 (101.11)
<hr/>		
mean (sd) for numeric variables		
N (%) for categorical variables		

survival et survivalGPU

```
library(survival)

## Cox model
coxph_model <- coxph(Surv(Start, Stop, Event) ~ dose,
                     data = drugdata)
round(exp(coxph_model$coefficients), 3) # HR (Hazard Ratio)
```

```
dose
1.246
```

```
## WCE model
wce_model <- WCE(drugdata, "Cox", nknots = 1, cutoff = 90, id = "Id",
                 event = "Event", start = "Start", stop = "Stop",
                 expos = "dose", covariates = c("sex", "age"))
summary(wce_model)
```

Unconstrained estimated WCE function (Proportional hazards model).***

Estimated coefficients for the covariates:

	coef	exp(coef)	se(coef)	z	p
sex	0.6876	1.9889	0.1189	5.7849	0.0000
age	0.0116	1.0116	0.0040	2.9097	0.0036

Partial log-likelihood: -1891.644 BIC: 3824.924

Number of events: 383

Use plot(wce_model) to see the estimated weight function corresponding to this model.

If you report these results, please cite Sylvestre MP, Abrahamowicz M. Flexible Modeling of the Effects of Time-Dependent Exposures on the Hazard. Statistics in Medicine 2009; 28(27):3437-3453.

```
library(survivalGPU)

## Cox model
coxphGPU_model <- coxphGPU(Surv(Start, Stop, Event) ~ dose,
                           data = drugdata)
round(exp(coxphGPU_model$coefficients), 3)
```

```
dose
[1,] 1.246
```

```
## WCE model
wceGPU_model <- wceGPU(drugdata, nknots = 1, cutoff = 90, id = "Id",
                      event = "Event", start = "Start", stop = "Stop",
                      expos = "dose", covariates = c("sex", "age"))
summary(wceGPU_model)
```

Estimated coefficients for the covariates :

	coef	CI 2.5 %	CI 97.5 %	exp(coef)	se(coef)	z	p
sex	0.6876	0.4546	0.9206	1.9889	0.1189	5.8	7e-09 ***
age	0.0116	0.0038	0.0194	1.0116	0.0040	2.9	0.004 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

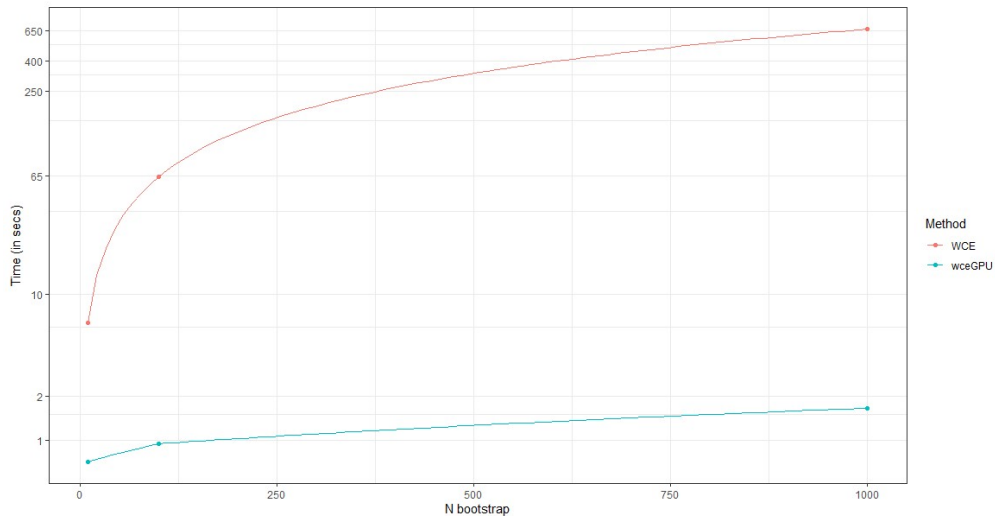
Number of events : 383

Partial log-Likelihoods : -1891.64

BIC : 3824.92

Benchmark

Benchmark du modèle WCE avec drugdata



Discussion

- ▶ Implémentation de nouvelles options tels que les tests de permutation
- ▶ Validation du package à travers des simulations

Package disponible sur Github : <https://github.com/jeanfeydy/survivalGPU>