

Projet Ingénieur

Mesurer les Infrastructures Routières

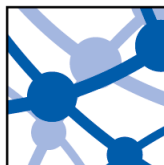
Equipe:

ALLEMAND Fabien

BALAKRISHNAN Sylvain

BONNAIL Julie

Alcatel • Lucent



École d'ingénieurs

Télécom Physique

Université de **Strasbourg**

Table des matières

Liste des figures	2
1 Introduction	3
2 Rappels R1 et R2	3
3 Application Android	4
4 Collecte de Données	4
5 Augmentation des Données	4
6 Intelligence Artificielle	6
7 Conclusion	6
Bibliographie	7

Liste des figures

1	Données accélérométriques enregistrées sur le robot Scout 2.0 avec le dispositif Arduino . . .	4
2	Tableur récapitulatif de la collecte de données	5

1 Introduction

Les infrastructures routières sont essentielles lorsqu'il s'agit de voyager. Qu'il s'agisse de déplacements quotidiens ou de voyages ponctuels, des millions de personnes conduisent leur véhicule sur la route pour aller d'un point A à un point B. Il est indéniable que l'état de détérioration des routes a un impact considérable sur la sécurité des conducteurs et des passagers. Un trou inattendu sur une route peut amener le conducteur à changer brusquement de direction ou à perdre le contrôle de son véhicule. L'effet d'une route mal entretenue sur un véhicule est généralement négligé, mais il semble logique que les trous et les bosses sur une route soient susceptibles d'endommager les véhicules, réduisant ainsi la sécurité et augmentant les coûts d'entretien du véhicule. À plus grande échelle, les transports peuvent être ralentis par des routes détériorées, ce qui signifie que l'ensemble du processus d'échanges économiques se déroule à un rythme plus lent, ce qui nuit à l'économie des villes ou même des pays. Enfin, la force militaire d'un pays peut être évaluée en fonction de l'état des réseaux routiers. En cas d'urgence, les forces militaires doivent se déplacer rapidement. Là encore, l'état des routes est un facteur clé.

L'objectif de ce projet est de développer une solution basée sur l'IA afin de faciliter l'entretien des routes. En formant une IA à reconnaître les dégradations sur une route, les cantonniers pourraient plus facilement entretenir les routes et ainsi améliorer la sécurité et l'expérience des usagers.

Dans cette étude, l'IA sera principalement entraînée sur les données d'accélération mesurées sur les véhicules. Pour fonctionner correctement, le modèle doit être capable de détecter diverses dégradations (bosses et obstacles, trous et fissures ainsi que graviers), quel que soit le type de véhicule d'où proviennent les données. Pour les besoins de l'étude, deux méthodes seront utilisées pour collecter les données d'accélération. Tout d'abord, en utilisant un Arduino et une *unité de mesure inertielle* (IMU). Dans un second temps, en utilisant des accéléromètres de smartphones.

Comme preuve de concept, une application pour smartphone sera créée et démontrera l'efficacité de cette méthode d'évaluation de la qualité des routes.

2 Rappels R1 et R2

Comme pour tout projet, les premières étapes avaient consisté à comprendre la problématique, les enjeux et les défis. Nous avons effectué quelques recherches sur l'évaluation de la qualité des routes et sur des sujets connexes afin de connaître les solutions existantes ou les méthodes pertinentes.

Nous avons ensuite pu définir les objectifs des sprints et les organiser en utilisant les *user stories* et la complexité des sprints. Les sprints avaient ensuite été utilisés pour planifier l'avancement du projet.

Le projet avait été divisé en trois parties:

- Collecter des données
- Construire et entraîner une intelligence artificielle
- Développer une application Android

Grâce au petit dispositif à base d'Arduino, nous avons pu réaliser de premiers enregistrements, commencer à analyser ces données et les comparer aux données provenant des deux autres sources que nous avons à disposition (les données de M. Helbert et les données du jeu de données trouvé sur internet).

En parallèle, nous avons aussi débuté le développement d'une application Android pour permettre d'enregistrer des données plus précises et de façon plus efficace.

Test

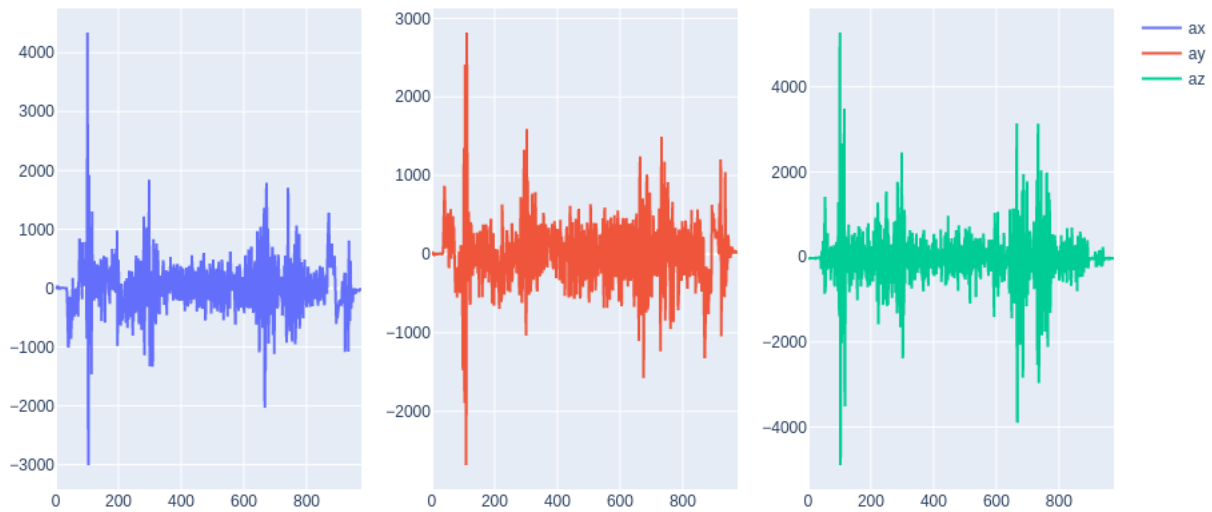


Figure 1: Données accélérométriques enregistrées sur le robot Scout 2.0 avec le dispositif Arduino

3 Application Android

4 Collecte de Données

5 Augmentation des Données

Le jeu de données obtenu suite à la séance d'enregistrement décrite dans la Section 4 est constitué de quatre-vingt-deux enregistrements résumés dans la Table 1. Tel quel, ce jeu de données est insuffisant pour procéder directement à l'entraînement d'un modèle d'intelligence artificielle. En effet, pour entraîner les modèles les plus simples, il faut être en possession de suffisamment de données pour créer des jeux d'entraînement, de validation et de test. Les méthodes plus avancées relevant de l'apprentissage profond nécessitent encore plus de données d'entraînement pour être utilisées dans de bonnes conditions et offrir des résultats corrects.

Plutôt que de continuer à collecter des données, une démarche longue et peu instructive, nous avons choisi de procéder à de l'augmentation de données.

Les méthodes de *data augmentation* consistent à créer de nouvelles données en altérant légèrement les données déjà présentes dans le *dataset*. Lorsqu'on travaille sur des images, de nouvelles images peuvent être créées en effectuant des rotations, en rognant l'image ou en modifiant certaines propriétés (contraste, luminosité...).

Dans le cadre de ce projet, les données sont sous la forme de séquences numériques selon trois axes. Nous avons choisi cinq méthodes pour augmenter la quantité de données:

- Renverser la séquence dans le temps
- Inverser l'axe correspondant à la rotation du robot
- Ajout de bruit
- Ajout d'un signal porteur
- Découpage des séquences

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	First Data Collection											
2	Date:											2023/04/14
3	Location:											Pole API, Car Park
4	Recording device:											Phone application
5	Acquisition delay:											~3 ms
6	Acquisition frequency:											~333 Hz
7	Vehicle:											Agile-X Scout 2.0
8	Position of the recording device on the vehicle:											Front left, laying flat, screen on top, top of the phone toward the front of the robot
ID	Time	Obstacle	Obstacle Description	Obstacle Dimension	Location Index	Location Description	File	Direction/Angle	Heading Toward	Speed	Vehicle Side	Vehicle Reaction
10	1	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA1					
11	2	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA2					
12	3	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA3					
13	4	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA4					
14	5	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA5					
15	6	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA6					
16	7	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA7					
17	8	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA8					
18	9	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA9					
19	10	Speed Bump	Short speed bump		1	Speed bump close to the school back entrance	DATA10					
20	11	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA11					
21	12	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA12					
22	13	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA13					
23	14	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA14					
24	15	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA15					
25	16	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA16					
26	17	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA17					
27	18	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA18					
28	19	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA19					
29	20	Crack	Random crack		1	Next to the speed bump mentioned above	DATA20					
30	21	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA21					
31	22	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA22					
32	23	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA23					
33	24	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA24					
34	25	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA25					
35	26	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA26					
36	27	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA27					
37	28	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA28					
38	29	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA29					
39	30	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA30					
40	31	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA31					
41	32	Hole	Round hole		2	At the beginning of the path leading to the RU	DATA32					
42	33	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA33					
43	34	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA34					
44	35	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA35					
45	36	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA36					
46	37	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA37					
47	38	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA38					
48	39	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA39					
49	40	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA40					
50	41	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA41					
51	42	Bump	Tree bump		3	At the beginning of the path leading to the RU	DATA42					
52	43	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA43					
53	44	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA44					
54	45	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA45					
55	46	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA46					
56	47	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA47					
57	48	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA48					
58	49	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA49					
59	50	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA50					
60	51	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA51					
61	52	Crack	Little crack		4	At the beginning of the path leading to the RU	DATA52					
62	53	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA53					
63	54	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA54					
64	55	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA55					
65	56	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA56					
66	57	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA57					
67	58	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA58					
68	59	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA59					
69	60	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA60					
70	61	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA61					
71	62	Speed Bump	Short speed bump		5	At the beginning of the path leading to the CRL	DATA62					
72	63	Bumpy tiles	Old path made of garden tiles		6	At the beginning of the path leading to the RU	DATA63					
73	64	Bumpy tiles	Old path made of garden tiles		6	At the beginning of the path leading to the RU	DATA64					
74	65	Bumpy tiles	Old path made of garden tiles		6	At the beginning of the path leading to the RU	DATA65					
75	66	Bumpy tiles	Old path made of garden tiles		6	At the beginning of the path leading to the RU	DATA66					
76	67	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA67					
77	68	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA68					
78	69	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA69					
79	70	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA70					
80	71	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA71					
81	72	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA72					
82	73	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA73					
83	74	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA74					
84	75	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA75					
85	76	Hole + Crack + Bumps	Round hole, straight crack (jointure between to asphalt surt		7	Beginning of the path leading to the RU	DATA76					
86	77	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA77					
87	78	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA78					
88	79	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA79					
89	80	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA80					
90	81	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA81					
91	82	Speed Bump + Hole	Little speed bump, little hole		8	From parking to the RU	DATA82					

Figure 2: Tableau récapitulatif de la collecte de données

Dégradation	Nombre d'enregistrements
Ralentisseur	20
Racines	10
Fissure	20
Trou	12
Dalles	4
Parcours	16

Table 1: Table résumant la collecte de données

6 Intelligence Artificielle

7 Conclusion

Le gain d'expérience suite à la première collecte de données et l'embrion de l'application Android nous ont permis de construire un jeu de données plus conséquent et de meilleure qualité. Ce *dataset* contient plus de quatre-vingt enregistrements de durée variables correspondant au passage du robot Agile-X Scout 2.0 sur un ou plusieurs obstacles en faisant varier la vitesse.

La taille de ce jeu de données restant insuffisante pour entraîner convenablement un modèle d'IA (jeu d'entraînement, de validation et de test), nous avons dû augmenter artificiellement la taille de ce jeu de données en inversant la séquence dans le temps, inversant l'axe correspondant à la rotation du robot, en ajoutant du bruit et en combinant ces méthodes.

Bibliographie