



Smart Move

Prototype pour le windskite

Anthony Geourjon
Timothée Lemaire
Vincent Turrin

Polytech Grenoble RICM 5 - WSN 2017-18

Tables des matières

| | |
|--|----------|
| Intro | 2 |
| Présentation du projet | 2 |
| Présentation planche à voile | 2 |
| Présentation des outils technologiques de windsurf | 5 |
| Présentation de notre idée et du besoin | 5 |
| Public ciblés | 6 |
| Besoins | 7 |
| Fonctionnels | 7 |
| Entrainement | 7 |
| Navigation libre | 8 |
| Statistiques | 8 |
| Non fonctionnels | 8 |
| Matériel prévus | 9 |
| Boîtier de capteur | 9 |
| Microcontrôleur/Gyroscope-accéléromètre/Bluetooth LE | 9 |
| Batterie | 10 |
| Boitier/attache | 10 |
| Montre | 11 |
| Planche à voile/gréement | 12 |
| Logiciel prévus | 12 |
| Planification | 13 |
| Résultats attendus | 13 |
| Devis | 13 |

Intro

Nous sommes 3 étudiants de Polytech Grenoble en 5ème année de RICM en filière réseaux et systèmes. Dans le cadre du cours de WSN, nous devons réaliser un projet lié à l'internet des objets. L'internet des objets étant un domaine nouveau et très porteur, nous avons donc d'immenses possibilités d'innovations. L'un de nous étant passionné de planche à voile (ou windsurf pour les anglophones), nous avons choisi d'instrumenter une planche à voile. Méconnu du grand public ce sport n'a pas encore connu de révolution électronique comme a pu l'être le cyclisme ou le trail (montres intelligentes, Strava, etc). Cependant de nombreuses innovations récentes sur le matériel permettent à la planche de s'ouvrir au plus grand et de pallier certains problèmes. C'est donc dans un domaine quasiment vierge que nous allons tenter de proposer une innovation.

Présentation du projet

Présentation planche à voile

La planche à voile est un sport nautique pratiqué sur lac et en mer. Inventé en 1960, elle est devenue populaire dans les années 90 avant d'être mise dans l'ombre par d'autres pratiques comme le kitesurf. La planche à voile est constituée de deux éléments majeurs : le flotteur et le gréement.

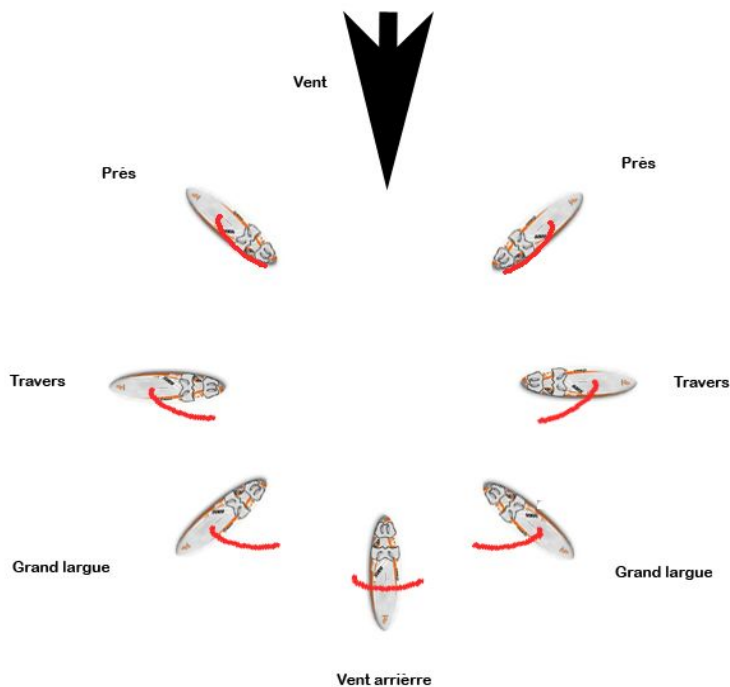
Le flotteur est une planche insubmersible fabriqué avec un noyau de polystyrène enveloppé de fibre de verre. Sur cette planche on retrouve un aileron à l'arrière et selon les modèles, une dérive. Au milieu de la planche, on retrouve une encoche qui accueille le pied de mat. On trouve également des straps pour les pieds afin d'avoir plus de contrôle au *planning*.



Le gréement est lui constitué d'un mât enfilé dans une voile. Le wishbone (barre horizontale avec laquelle le véliplancheur contrôle la planche) est fixé au mât par une mâchoire. La pointe du triangle de la voile (le point d'écoute) est mise en tension par un bout relié à l'arrière du wishbone. Quasiment tous les pratiquants démontent entièrement leurs gréements pour des raisons logistiques. Le gréage et le dégréage est donc une étape systématique de la pratique de la planche à voile



La navigation en planche voile ou tout autre engin à voile est relativement complexe. On ne peut pas aller dans le sens opposé au vent et même dans le même sens que le vent si celui ci est fort. Pour remonter au vent, la planche doit donc remonter en zigzagant en remontant au près petit à petit sans se retrouver le nez trop face au vent.



La planche à voile peut naviguer en flottant comme tous les bateaux. Cependant lorsque que le vent est suffisamment fort la planche arrête de flotter et commence à *planer*. Le flotteur ne touche plus l'eau que par son arrière et l'aileron et le flotteur glisse sur l'eau.

En plus de l'amélioration du matériel avec des flotteurs moins encombrants, des voiles plus facile à gréer, une innovation majeure est en train de ramener la planche à voile au premier plan. En remplaçant l'aileron traditionnelle par un foil (plus d'explications ici <https://fr.wikipedia.org/wiki/Foil>) , on ne plane plus mais on "vole" au dessus de l'eau. En plus d'apporter de nouvelles sensations, le foil apporte un gain de performance très significatif dans le vent léger/moyen. Lorsque la planche est utilisé avec un foil, on ne parle plus de windsurf mais de windfoil.



Pour plus d'informations sur la planche comme les différents types de pratiques ou une explications plus détaillés sur le matériel, Wikipédia sera une bonne source d'informations.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Planche_%C3%A0_voile

Présentation des outils technologiques de windsurf

Actuellement le windsurf est relativement dépourvu d'innovation lié à l'informatique. La seule utilisations de l'informatique en planche durant la navigation se limite aux statistiques de vitesse et de distance avec une montre GPS classique. Le domaine est donc relativement vierge de toutes innovations venant de l'informatique.

Présentation de notre idée et du besoin

Notre idée est de tester la faisabilité de l'instrumentation d'un flotteur et de son gréement et de traiter les données acquises avec une montre intelligente. Nous avons décidé d'appeler notre projet "Connected windsurf". En utilisant une batterie de boîtiers électroniques placés à des endroits stratégiques couplé à une montre intelligente nous pourrions détecter les manoeuvres effectué par le planchiste. Chaque boîtier contiendra un gyroscope, un accéléromètre ainsi qu'un émetteur bluetooth pour communiquer avec la montre. Nous envisageons de placer des boîtiers en tête de voile, au point d'écoute, au pied de mât ainsi qu'à l'arrière du flotteur. Les boîtiers fourniront des informations en temps réels à la montre qui traitera les données et fournira les informations pertinentes à l'utilisateur.



Détecter la réalisation de manoeuvres ouvre de nombreuses possibilités. Nous pouvons créer et mettre en place de réels suivis d'entraînement, détecter si une manoeuvre réussit et dans le cas contraire pouvoir déterminer le mauvais geste et aider la correction. Avec cela nous pouvons créer un système d'entraînement avancé où le pratiquant créera un entraînement depuis une application dédiée et disposera d'un coach informatique depuis sa montre qui lui rappellera les exercices à effectuer, détectera les réussites et pourra l'aider à quantifier et mesurer son apprentissage. Un pratiquant plus avancé pourra quand à lui faciliter le réglage de son matériel grâce aux statistiques générés par les capteurs.

Notre projet répond parfaitement aux besoins des sportifs actuels de tous sports qui est l'amélioration des performances dans tous les domaines (nutrition, matériels, analyse poussée des statistiques des courses mais aussi des entraînements). La planche à voile étant encore en retrait de ce phénomène, notre projet permettra aux débutants comme aux pratiquants experts d'accéder à une nouvelle forme d'entraînement pour faciliter les progrès. En cyclisme, l'équipe dominante actuelle Sky Pro Cycling appelle ça très justement "la recherche des gains marginaux".

Public ciblés

Nous visons les pratiquants de tous niveaux ainsi que les écoles de voiles.

Un débutant qui ne sait pas comment progresser pourra effectuer des entraînements proposé par notre matériel et ainsi être guidé. Il pourra également identifier facilement ses mauvais gestes grâce à l'analyse de sa manoeuvre enregistré par les capteurs.

Un pratiquant moyen pourra utiliser les entraînements guidés afin de mieux structurer sa pratique. Par exemple par un jour où le vent n'est pas très fort, il pourra effectuer un entraînement de manoeuvres afin de progresser et s'occuper au lieu de naviguer sans but dans un vent léger où il n'aura pas forcément de bonne sensation de glisse.

Un pratiquant expert pourra quant à lui créer des séances d'entraînement complexes avec des exercices précis. Par exemple, une séance de free-style peut inclure un grand nombre de manoeuvres différentes. Disposer de statistiques sur le nombre et le type de manoeuvres réussit pourra l'aider à identifier ses points faibles ou l'aider à affiner le réglage de son matériel pour être plus performant.

Les écoles de voile pourront quand à elle utiliser notre matériel afin de tester et évaluer des stagiaires. On pourrait imaginer que les moniteurs aient créés un entraînement précis qui permet d'évaluer le niveau d'un pratiquant. Avec cela, les écoles de voile disposent d'un moyen de test précis et rapide de ses pratiquants.

Enfin tout pratiquant pourra se comparer avec les autres en comparant simplement son score avec celui des autres à la fin d'un entraînement donné.

Besoins

Fonctionnels

Entraînement

La possibilité de faire et créer des entraînements est la fonction phare de notre projet. Mais définissons d'abord ce qu'est un entraînement. Un entraînement est une suite d'exercice à réaliser. Les exercices peuvent être des manoeuvres (réaliser 10 virement de bord par exemple) ou des allures à travailler (faire 3 bord en remontant au près). Un exemple d'entraînement pourrait être le suivant :

10 virements de bords, 5 min de près, 10 empannages, 5 min de près, etc ...

Grâce à la détection des manoeuvres, le système peut détecter l'avancement dans la séance et indiquer des indications ou des conseils pertinents selon la réussite de

l'utilisateur. La montre transmettra les instructions au planchiste de manière vocale ou par l'affichage des instructions directement sur le cadran de la montre.

Les entraînements pourront être créés via une application dédiée sur smartphone. À la fin de la séance, cette même application permettra de visualiser les données acquises pendant la session et de tirer un bilan afin de voir les exercices réussis, les points à travailler etc. Chaque séance effectuée recevra un score en fonction de la réussite du planchiste pourra également comparer le score de sa séance avec ceux réalisés auparavant sur cet entraînement ou même avec ceux d'autres pratiquants.

Navigation libre

Lorsque l'on est pas en mode entraînement le système continue d'aider le pratiquant en lui fournissant des informations pertinentes en temps réelles comme la vitesse, la distance parcouru, la distance depuis le point de départ, le temps de navigation, l'orientation ou l'intensité du vent.

La montre continue d'acquérir des statistiques depuis les instruments afin de pouvoir fournir des statistiques sur le nombre et le types des manoeuvres réussis.

Statistiques

La connected windsurf permet de mesurer et compter un nombre impressionnant de statistiques en tout genre. Ci après une liste des statistiques disponibles post-séance.

- Vitesse moyenne, maximale
- Vitesse max sur 500m, 1 mile, etc
- Nombre de chute
- Vent moyen, maximum
- Distance
- Nombre de saut, hauteur
- Type et nombre de manoeuvre (ex : nombre d'empannage)
- Nombre de vols et temps de vol (foil)

Non fonctionnels

La planche à voile est un sport nautique où le matériel subit des contraintes fortes. En plus de devoir être étanche le matériel subit de violents chocs. La chute la plus courante où le matériel subit des chocs importants est la "catapulte". Voici une vidéo illustrant ce type de chute. La chute est provoqué par un abatement trop important de la voile qui provoque la jetée violente de la voile et du mât vers l'avant et notamment sur le nez du flotteur.

<https://www.youtube.com/watch?v=rOr907dPD-Y>

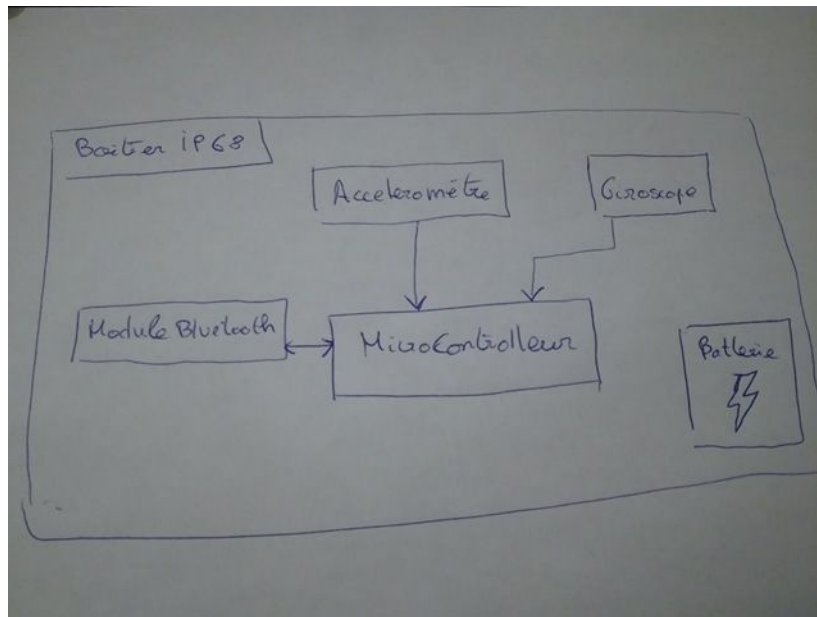
En plus de devoir résister aux chocs le matériel ne doit pas gêner le pratiquant dans sa navigation. Les boîtiers doivent également pouvoir être installé et désinstallé rapidement car le gréement est démonté à chaque séance. Le placement des boîtiers est donc difficile.

Nous devons placer assez de capteurs pour identifier les mouvements de la voile et du flotteur.

Le matériel fonctionnant avec des batteries, l'autonomie doit permettre de réaliser plusieurs séances afin que les cycles de charges ne soit pas trop contraignant l'utilisateur.

Matériel prévus

Boîtier de capteur



Microcontrôleur/Gyroscope-accéléromètre/Bluetooth LE

Le micro contrôleur devra acquérir les infos de ses infos, les mettre en forme puis les envoyer à la montre via le module bluetooth. Notre projet étant un projet de faisabilité, nous utiliserons donc un montage Arduino pour sa . Arduino nous permettra d'arriver rapidement à un résultat en évitant de repartir d'un montage basique avec un micro controlleur avec toute la programmation de bas niveau associée.

Le gyroscope retourne une vitesse angulaire de rotation selon 3 axes, 0 si pas de rotation (degrés/seconde). Il ne donne pas directement un angle d'orientation (degrés). Un angle s'obtient par intégration dans le temps, en faisant attention au cumul des erreurs de dérive.

L'accéléromètre retourne lui une force ou une accélération (m^2/s), la pesanteur terrestre seule si le module est fixe. On peut la supprimer (par soustraction) dans le code si on ne veut que les accélérations. La vitesse (m/s) peut s'en déduire par une première intégration dans le temps (à une vitesse initiale V_0 près), en faisant attention au cumul des erreurs de dérive. La position de déplacement (m) peut s'en déduire par une seconde intégration dans

le temps. Un filtrage des mesures brutes s'impose si on ne veut pas cumuler des petites erreurs et faire dériver la position exacte.

Nous devons également maintenir une liaison continue avec la montre. Une liaison filaire étant évidemment impossible, le bluetooth est la technologie la plus adapté à nos besoins.

Après avoir cherché composants par composants, nous avons découverts une carte intégrant tout cela en une seule : la carte Arduino 101.



Cette carte dispose de nombreux cours et tutoriels sur le net en plus d'être très bon marché (30\$).

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-101>

Batterie

Pour alimenter le montage nous devons disposer d'une batterie Arduino permettant de fonctionner plus de 6h. Batterie 2200 mAh pour 25€.

<https://www.generationrobots.com/fr/401455-batterie-lipo-74v-2200mah-pour-arduino.html>

Boitier/attache

Le boitier va héberger l'arduino 101 et la batterie. Il doit être évidemment étanche à l'eau (IP68) mais aussi résistant à des chocs violents. Il devra également abriter le système de fixation rapide. L'idéal serait de trouver un boîtier avec un bouton pour l'allumage/extinction du montage et des leds pour afficher l'état du montage (en fonctionnement, éteint, batterie faible, connexion à la montre). Cependant trouver un tel boîtier est quasi impossible car trop spécifique. Nous nous contenterons donc dans un premier temps d'un boîtier étanche IP68 qui puisse être ouvert/fermé facilement pour opérer sur le montage.

- <http://www.uwkinetics.com/cases/ultrabox> / seulement IP67

- <http://www.pelican.com/us/en/product/watertight-protector-hard-cases/micro-case/standard/1040/> également IP67
- https://www.amazon.fr/Corkea-genuino-Arduino-Case-Bo%C3%AEtier/dp/B06XN59V5X/ref=sr_1_1?s=electronics&ie=UTF8&qid=1508748170&sr=1-1&keywords=Arduin+101 non étanche mais adapté à l'Arduino 101 (10€)

Le système d'attache doit pouvoir être rapidement mis en place et assurer un maintien efficace du boîtier pour assurer la précision des données. Etant donné les chocs violents, on peut imaginer un système d'attache secondaire de secours. Cette attache de secours ne serait pas sous tension en temps normal. en cas de détachement du boîtier celui-ci serait retenu par l'attache secondaire, sa position et de ce fait son fonctionnement ne serait en revanche plus garantie. l'analyse des données (chaotic) dans cette position pourrait permettre de détecter la défaillance du système d'attache primaire, et ainsi d'en informer l'utilisateur.

Dans un premier temps nous nous contenterons de straps et de scotchs disponible en magasin de bricolage (vingtaine d'euros de matériel pour tout fixer).

Montre

La montre est l'objet le plus important du système car c'est elle qui sera l'intermédiaire entre les capteurs et l'utilisateur. C'est encore elle qui va réaliser analyser les données, fournir les données gps ainsi d'interagir avec le planchiste. La montre devra donc pouvoir être programmé et disposer de ressources CPU et mémoire suffisante. Nous disposons de deux types de montres à notre disposition. Les montres destinés à l'IoT (hexiwear) et les smartwatches. Ci-après des exemples de montres :

| Hexiwear | Android wear |
|--|---|
| http://www.hexiwear.com | https://www.android.com/wear http://www.nixon.com/fr/fr/mission/A1167.html?dwvar_A1167_color=001&dwvar_A1167_size=00#start=1 https://www.mobiletoutterrain.com/FR/smartwatch-etanche-antichoc.html |
| prévue pour l'iot et relativement peu cher, mais absolument pas étanche de base. nécessiterait de développer un autre boitier que celui fournie... | Laisser un large choix de montre à l'utilisateur, mais beaucoup plus cher. |

Cependant les montres qui respectent nos exigences sont hors de prix pour une utilisation en projet. Notre solution va donc être d'utiliser un smartphone en lieu et place d'une montre. Les avantages sont donc l'économie de l'achat d'une montre et un développement simplifié

car nous avons déjà de l'expérience avec. Le smartphone sera utilisé en solution d'appoint pour le développement dans un brassard de ce type :

https://www.decathlon.fr/brassard-grand-smartphone-noir-id_8368943.html

Planche à voile/gréement

L'accès à un lac et aux matériels étant trop complexe pour une phase de prototypage, nous avons décidé de nous retirer cette contrainte. Afin de tester nos développements, nous avons pensé à nous fabriquer un Windskite. Grossièrement, c'est un gréement fixé sur une longboard. En plus de nous retirer la contrainte de déplacement à un lac, nous retirons la contrainte d'avoir du matériel étanche.

Pour nous fabriquer un windskite nous allons récupérer du vieux matériel d'occasion et acheter une longboard. La longboard devra être suffisamment longue pour bien simuler une planche tout en étant assez solide pour être percé afin de fixer le pied de mat. Une longboard coûte approximativement 150 € pour un bon modèle. Cependant nos besoins étant différent d'un longboarder classique nous pourrions trouver des modèles aux alentours de 70€. Le windskite est loin d'être une invention de notre cru, Youtube regorge de prototype franchement réussis :

<https://www.youtube.com/watch?v=r8iXce9TYp8>

Le windskite nous permettra d'arriver à un prototype et d'ensuite dérouler le développement du projet.



Logiciel prévus

Code montre (smartphone)

- Récupérer données bluetooth
- Traiter données
- Logique application

Code μ contrôleur

- Récupération des données des capteurs
- Envoie des données par bluetooth

Code appli

- Créer des entraînements
- Visualiser des résultats de séances

Planification

Tâches dans l'ordre :

L'objectif est de se focaliser dans un premier temps sur l'instrumentalisation de la voile ainsi que la récupération des données sur un point central (la montre). La partie analyse des données récupérées viendra ensuite (peut-être continuée en projet de S10 ?)

1. Conception externe d'un boîtier
 - 1.1. Définir la matière/taille boîtier
 - 1.2. Définir les endroits et manières de fixation
2. Conception interne d'un boîtier
 - 2.1. Conception matériel et alimentation
 - 2.2. Récupérer des données d'un capteur (accéléromètre/gyroscope) et les traiter sur un microcontrôleur
 - 2.3. Envoyer les données par l'émetteur bluetooth
3. Communication avec le point central
 - 3.1. Réussir à faire communiquer un boîtier avec la montre possédant une appli minimale

Résultats attendus

Réussir à instrumenter une voile et à envoyer les données jusqu'au point central.

Devis

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vajVNjn2uY2lcIK8LvF7skz_Oy8DiThK9f447R6YZNA/edit#gid=0