GEOSA
الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية
General Authority for Survey and Geospatial Information

www.geosa.gov.sa

معايير البيئة التجريبية الجيومكانية

الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية

مايو 2025م

1 مقدمة 3
1.1 الغرض من معايير البيئة التجريبية الجيومكانية 3
1.2 التعريفات 4
2 أهداف معايير البيئة التجريبية الجيومكانية 7
3 معايير البيئة التجريبية الجيومكانية 9
3.1 معايير الصور البانورامية 9
3.1.1 تعريف النشاط 9
3.1.2 المخرجات 9
3.1.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة 9
3.1.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات 10
3.1.5 متطلبات المعايرة والتحقق 10
3.1.6 دمج التطبيقات المتقدمة 11
3.2 معايير الخرائط عالية الدقة 12
3.2.1 تعريف النشاط 12
3.2.2 المخرجات 12
3.2.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة 13
3.2.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات 13
3.2.5 متطلبات المعايرة والتحقق 15
3.2.6 دمج التطبيقات المتقدمة 15
3.3 معايير تطبيقات الملاحة 17
3.3.1 تعريف النشاط 17
3.3.2 المخرجات 17
3.3.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة 18
3.3.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات 18
3.3.5 متطلبات المعايرة والتحقق 19
3.3.6 التكامل مع التطبيقات ذات القيمة المضافة 19
3.4 معايير التخزين 20
3.4.1 متطلبات بنية التخزين 20

3.4.2 متطلبات التحكم في الوصول إلى التخزين 20
3.5 معايير الأمان 21
3.5.1 متطلبات الأمان 21
3.6 متطلبات الشبكات 22
3.7 معايير الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي 23
3.8 معايير استمرارية الأعمال 23

1 مقدمة

1.1 الغرض من معايير البيئة التجريبية الجيومكانية

تُعد معايير البيئة التجريبية الجيومكانية إطارًا مرجعيًا لتقييم والتحقق من الجاهزية التقنية للمتقدمين الراغبين في إجراء اختبارات إثبات المفهوم (PoC) ضمن البيئة التجريبية. تحدد هذه المعايير الحد الأدنى من المتطلبات التقنية والتنظيمية التي يجب أن يستوفيها المتقدمون لضمان توافق حلولهم مع أفضل ممارسات الصناعة، وبروتوكولات السلامة، وسياسات حوكمة البيانات الوطنية.

تهدف هذه المعايير إلى:

1. **تحديد معايير الدقة:**

   وضع حدود دقة قابلة للقياس لمختلف التطبيقات الجيومكانية مثل الخرائط عالية الدقة (HD Maps)، وأنظمة الملاحة، والصور البانورامية لضمان الأداء الموثوق.

2. **تحديد متطلبات المستشعرات:**

   تحديد الحد الأدنى من مواصفات الأجهزة، بما في ذلك LiDAR، وGNSS، وINS، والكاميرات البانورامية، والمحطات المتكاملة، لضمان دقة عالية في عمليات جمع البيانات.

3. **ضمان الأمن والامتثال:**

   فرض الالتزام بلوائح خصوصية البيانات، والأمن السيبراني، وأنظمة توطين البيانات، بما يتماشى مع قانون حماية البيانات الشخصية السعودي (PDPL) وسياسات المكتب الوطني لإدارة البيانات (NDMO).

4. **تعزيز الابتكار والاستعداد للسوق:**

   دعم المطورين في تحسين حلولهم من خلال عملية تحقق منظمة تؤهلهم للنشر التجاري.

من خلال نموذج التقييم الذاتي الذي توفره الجيومكانية، يمكن للمتقدمين إثبات موثوقية، وأمان، وفعالية حلولهم الجيومكانية أثناء اختبار إثبات المفهوم في البيئة التجريبية، مما يضمن تكاملها السهل في التطبيقات الواقعية عند اجتيازهم مرحلة البيئة التجريبية والامتثال للمتطلبات التنظيمية.

1.2 التعريفات

- **الخرائط عالية الدقة (HD Maps):** خرائط ثابتة وعالية الدقة توفر معلومات جيومكانية تفصيلية أساسية للملاحة الذاتية، و الأنظمة المتقدمة لمساعدة السائق (ADAS)، والتطبيقات الجيومكانية الدقيقة. تحتوي هذه الخرائط على عناصر مثل علامات المسارات، وإشارات المرور، والهياكل ثلاثية الأبعاد، والطبوغرافيا الطرقية.
- **نظام الملاحة العالمي بالأقمار الصناعية (GNSS):** نظام ملاحة يعتمد على الأقمار الصناعية (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) لتحديد المواقع الجغرافية بدقة.
- **تحديد المواقع الحركي الآني (RTK Positioning):** تقنية تعمل على تحسين دقة GNSS إلى مستوى السنتيمتر، وهي مفيدة للتطبيقات التي تتطلب دقة مكانية عالية.
- **وحدة القياس بالقصور الذاتي (IMU):** نظام استشعار يدمج الجيروسكوبات والمقاييس التسارعية لتعقب حركة الجسم واتجاهه.
- **تقنية المسح بالليزر (LiDAR):** طريقة استشعار عن بُعد تعتمد على الليزر لالتقاط سُحب نقطية ثلاثية الأبعاد عالية الكثافة للبيئة المحيطة.
- **دقة طبقة المتجهات (Vector Layer Accuracy):** الدقة الهندسية للمعالم المرسومة على الطرق مثل خطوط المسارات، والإشارات، والهياكل الطرقية، وفقًا لقيود صارمة ثنائية وثلاثية الأبعاد.
- **كثافة السحابة النقطية (Point Cloud Density):** دقة بيانات LiDAR، والتي تُقاس بعدد النقاط لكل متر مربع (**pt/m²**)، مما يؤثر على مدى تفصيل تمثيل الأجسام والمعالم الطبوغرافية.
- **تطبيقات الملاحة (Navigation Applications):** أنظمة برمجية توفر توجيهًا لحظيًا، وإرشادات منعطف بمنعطف، وتحديثات حركة المرور، وخدمات الموقع (LBS) للمستخدمين، حيث تدمج بين GNSS والخرائط عالية الدقة والبيانات الحية لتقديم حلول ملاحة دقيقة وفعالة.
- **إرشادات على مستوى المسار (Lane-Level Guidance):** ميزة ملاحية تقدم تحديدًا دقيقًا للمسارات وإرشادات مفصلة للانعطاف، وهو أمر بالغ الأهمية للقيادة على الطرق السريعة والتنقل داخل المدن.
- **تحديثات الخريطة الديناميكية (Dynamic Map Updates):** عملية تحديث حالة الطرق، وحوادث المرور، ومناطق الإنشاءات، والإغلاقات في الوقت الفعلي لتعزيز موثوقية الملاحة.
- **تخزين البيانات (Data Storage):** عملية حفظ البيانات الجيومكانية والملاحية، مع ضمان توفرها وسلامتها وأمانها.

- **إقامة البيانات (Data Residency):** اللوائح التي تفرض بقاء فئات معينة من البيانات، خاصة تلك المصنفة على أنها سرية للغاية أو تتعلق بالأمن الوطني، داخل المملكة العربية السعودية وفقًا لتوجيهات **SDAIA** و **CST**.
- **سياسة الاحتفاظ بالبيانات (Data Retention Policy):** الإطار الزمني والشروط التي يتم وفقها تخزين البيانات الجيومكانية وحذفها بشكل آمن بما يتماشى مع لوائح الامتثال.
- **معايير التشفير (Encryption Standards):** تطبيق **تشفير AES-256** للبيانات أثناء التخزين، وتشفير **TLS 1.3** للبيانات أثناء النقل لحماية المعلومات الجيومكانية.
- **ضوابط الأمن السيبراني (Cybersecurity Controls):** التدابير المتبعة لحماية البيانات الجيومكانية من الوصول غير المصرح به، أو التعديل، أو التهديدات السيبرانية.
- **توطين البيانات (Data Localization):** اللوائح التي تتطلب تخزين ومعالجة البيانات الجيومكانية **عالية السرية** داخل المملكة العربية السعودية، وفقًا لتوجيهات **SDAIA** و **CST**.
- **خطة الاستجابة للحوادث (Incident Response Plan):** نهج منظم للكشف عن الحوادث السيبرانية، والاستجابة لها، والتخفيف من آثارها، وفقًا لمتطلبات **SDAIA's PDPL**.
- **البنية التحتية للشبكة**: المكونات المادية والافتراضية التي تتيح نقل البيانات بشكل آمن وعالي السرعة وموثوق داخل البيئة التجريبية
- **الحوسبة الطرفية (Edge Computing)**: معالجة البيانات بالقرب من المصدر (مثل على المركبات أو العقد الاستشعارية) لتقليل زمن الاستجابة وتحسين اتخاذ القرار في الوقت الفعلي.
- **اتصالات 5G و V2X:** بروتوكولات الاتصال بين المركبات والبنية التحتية (V2X)، مما يتيح اتصالًا عالي السرعة ومنخفض التأخير بين المركبات والبيئة السحابية.
- **أمان نقل البيانات:** تنفيذ تشفير شامل، واتصالات آمنة عبر VPN، وبروتوكولات مصادقة لحماية سلامة البيانات أثناء الإرسال.
- **نماذج التعلم الآلي (ML):** خوارزميات تتعلم من البيانات الجغرافية لتحسين دقة الخرائط، وتوقعات التنقل، واتخاذ القرار الذاتي.
- **التعلم العميق (DL):** فرع من التعلم الآلي يستخدم الشبكات العصبية للتعرف عالي الدقة على الأنماط في الصور البانورامية والخرائط عالية الدقة.
- **التعلم الفيدرالي (FL):** نهج لا مركزي يتم فيه تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي على الأجهزة الطرفية قبل تجميعها في خادم مركزي، مما يحافظ على الخصوصية.

- **الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI):** طرق تضمن الشفافية وإمكانية تفسير قرارات الذكاء الاصطناعي في تحليلات البيانات الجغرافية.
- **خطة استمرارية الأعمال (BCP):** استراتيجية مُهيكلة للحفاظ على العمليات الحيوية أثناء فشل الشبكة أو الحوادث الإلكترونية أو الاضطرابات الأخرى
- **استعادة الكوارث (DR):** خطة تضمن استعادة البنية التحتية الجغرافية والبيانات بسرعة في حالة فشل النظام
- **المرونة التشغيلية:** قدرة الأنظمة الجيومكانية على الاستمرار في العمل تحت الضغط، مما يضمن الموثوقية في تطبيقات الملاحة والخرائط.

2 أهداف معايير البيئة التجريبية الجيومكانية

تهدف معايير البيئة التجريبية الجيومكانية إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. **ضمان دقة عالية للبيانات الجيومكانية**
   - تحديد وفرض حدود دقة للخرائط عالية الدقة (**HD Maps**)، وتطبيقات الملاحة، والصور البانورامية لضمان بيانات جيومكانية موثوقة وعالية الجودة.
   - فرض الامتثال لمعايير الدقة، مثل الدقة الثنائية والثلاثية الأبعاد للخرائط عالية الدقة.
   - تنفيذ إجراءات صارمة للتحقق من صحة البيانات واعتمادها لتعزيز موثوقية مجموعات البيانات الجيومكانية.
2. **توحيد متطلبات أجهزة الاستشعار والمعدات**
   - تحديد الحد الأدنى من المواصفات التقنية لأجهزة **LiDAR**، و**GNSS**، و**INS**، والكاميرات البانورامية، والمستشعرات الجيومكانية الأخرى لضمان اتساق عمليات جمع البيانات.
   - فرض استخدام مستقبلات GNSS متعددة الترددات، وأنظمة **LiDAR** عالية الدقة، ووحدات الملاحة بالقصور الذاتي **(INS)** لتعزيز الدقة.
   - التأكد من معايرة جميع أجهزة الاستشعار والتحقق من دقتها قبل استخدامها في البيئة التجريبية.
3. **تنظيم عمليات جمع البيانات ومعالجتها**
   - تحديد أفضل الممارسات لاكتساب البيانات ومعالجتها ومعالجة ما بعد الإنتاج في تطبيقات الخرائط والملاحة.
   - فرض إجراءات ضبط جودة البيانات مثل متطلبات كثافة السحابة النقطية، والتحقق من دقة الخرائط الاتجاهية، وإجراء فحوصات داخلية لدقة البيانات.
   - وضع إرشادات لتوسيم البيانات الوصفية، وتوحيد البيانات، وضمان التوافق بين الأنظمة المختلفة لتعزيز إمكانية التشغيل البيني عبر المنصات المختلفة.
4. **تعزيز الأمن والخصوصية وتوطين البيانات**
   - ضمان الامتثال لقانون حماية البيانات الشخصية السعودي **(PDPL)** ولوائح المكتب الوطني لإدارة البيانات **(NDMO)**.
   - فرض تشفير البيانات، ومراقبة الوصول للمعلومات، وسياسات التخزين الآمن لحماية المعلومات الجيومكانية من الوصول غير المصرح به.
   - فرض تخزين البيانات محليًا داخل المملكة العربية السعودية وتنظيم عمليات نقل البيانات عبر الحدود وفقًا للسياسات الوطنية للأمن السيبراني.

5. ضمان استمرارية الأعمال

تلعب البيئة التجريبية الجيومكانية دورًا محوريًا في ضمان استمرارية الأعمال من خلال توفير بيئة محاكاة آمنة ومرنة لاختبار الحلول الجيومكانية وتقييم جاهزيتها قبل نشرها في العالم الحقيقي. تتيح هذه البيئة للمنظمات اختبار خطط الطوارئ، ومحاكاة سيناريوهات الفشل، والتحقق من فعالية استراتيجيات الاستجابة للحوادث، مما يقلل من مخاطر تعطل العمليات الحيوية. بالإضافة إلى ذلك، تدعم البيئة التجريبية دمج آليات النسخ المتماثل السحابي وحلول النسخ الاحتياطي المشفر، مما يضمن استعادة البيانات بسرعة ويعزز مرونة العمليات أثناء الأزمات. للحفاظ على أعلى مستويات الأمان والموثوقية، يوصى بأن تمتثل الحلول المختبرة داخل البيئة التجريبية للمعايير التي وضعتها الهيئة الوطنية للأمن السيبراني (NCA) وهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية (CST). يضمن الامتثال لإرشادات NCA وCST تطبيق تدابير قوية للأمن السيبراني، وحماية آمنة للبيانات، والامتثال للوائح الوطنية التي تحكم البنية التحتية الرقمية، والتقنيات الجيومكانية، وإقامة البيانات.

علاوة على ذلك، يعد اختبار وتطبيق التقنيات الجديدة داخل البيئة التجريبية الجيومكانية في المملكة العربية السعودية أمرًا بالغ الأهمية للحفاظ على استمرارية الأعمال في ظل التطورات التكنولوجية السريعة. ومع دعم المملكة القوي لمبادرات الشركات الناشئة والتحول الرقمي في إطار التوجهات الاستراتيجية الجيومكانية للهيئة والنظام البيئي الجيومكاني الوطني، توفر البيئة التجريبية بيئة خاضعة للرقابة وقابلة للتكيف يمكن فيها التحقق من صحة الابتكارات المتقدمة—مثل تحليلات الذكاء الاصطناعي الجيومكانية، وأنظمة الملاحة الذاتية، والخرائط عالية الدقة، والصور البانورامية، وتطبيقات الملاحة المتقدمة—قبل تنفيذها على نطاق واسع. تلعب NCA وCST دورًا أساسيًا في هذه العملية من خلال ضمان نشر هذه التقنيات بشكل آمن، والتخفيف من مخاطر الأمن السيبراني، والامتثال لسياسات حماية البيانات الوطنية والحكم الرقمي. من خلال دعم منظومة الشركات الناشئة وتعزيز قدرة المؤسسات على تحسين استراتيجياتها، تساهم البيئة التجريبية الجيومكانية، بالتوافق مع لوائح NCA وCST، في تعزيز المرونة والقدرة التنافسية في المشهد الرقمي المتطور باستمرار. يدعم هذا النهج الاستراتيجي التكامل السهل للحلول الجيومكانية المتقدمة، مما يعزز مكانة المملكة العربية السعودية كرائدة في البنية التحتية الرقمية المبتكرة والآمنة.

3 معايير البيئة التجريبية الجيومكانية

3.1 معايير الصور البانورامية

تشمل الصور البانورامية التقاط مشاهد بزاوية واسعة، وغالبًا ما تغطي منظورًا كاملاً بزاوية 360 درجة، لتوفير تمثيلات بصرية غامرة للبيئات المختلفة. تُستخدم هذه التقنية في العديد من التطبيقات، بما في ذلك التخطيط الحضري، والسياحة الافتراضية، والملاحة الذاتية.

3.1.1 تعريف النشاط

يتمثل النشاط الأساسي في الصور البانورامية في الاكتساب المنهجي لصور عالية الدقة وواسعة النطاق تغطي البيئة المستهدفة بسلاسة. يتطلب هذا الإجراء تخطيطًا دقيقًا لضمان التغطية الكاملة وتقليل التشوهات البصرية إلى الحد الأدنى.

3.1.2 المخرجات

تشمل مخرجات أنشطة التصوير البانورامي ما يلي:

- **صور بانورامية مدمجة:** صور بانورامية عالية الدقة بزاوية 360 درجة، متكاملة وخالية من الفواصل.
- **صور مرفقة بإحداثيات جغرافية:** صور بانورامية مرتبطة بدقة بالإحداثيات الجغرافية، مما يسمح بإجراء التحليل المكاني ودمجها مع بيانات جيومكانية أخرى.
- **بيانات وصفية (Metadata):** معلومات تفصيلية تتضمن وقت الالتقاط، ومواصفات المستشعر، وبيانات المعايرة، ومنهجيات المعالجة.

3.1.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة

تعد دقة الصور البانورامية أمرًا بالغ الأهمية لضمان فعاليتها في التطبيقات المختلفة. تشمل متطلبات الدقة ما يلي:

- **الدقة المكانية (Spatial Resolution):**

تعتبر الدقة المكانية العالية ضرورية للحفاظ على مستوى موحد من التفاصيل عبر الصورة البانورامية بالكامل، مما يمنع فقدان المعلومات في المناطق الحرجة.

  - المستهدف: حد أدنى 16000×8000 بكسل

- **دقة الإسناد الجغرافي (Georeferencing Accuracy):**

يجب أن تتماشى دقة الإسناد الجغرافي للصور البانورامية مع المعايير الجيومكانية المعتمدة، مما يضمن الاتساق والموثوقية عند دمجها مع مجموعات بيانات أخرى.

  - المستهدف: دقة على مستوى المسار (<0.5 متر في الانحراف المعياري)

3.1.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات

المستشعر	الميزة	المتطلبات الفنية
الكاميرا	الدقة (إجمالي جميع الكاميرات)	الحد الأدنى: 60 ميجابكسل / الموصى به: 200 ميجابكسل
	الدقة (لكل كاميرا)	الحد الأدنى: 12 ميجابكسل / الموصى به: 50 ميجابكسل
	زاوية الرؤية الأفقية (HFOV) لجميع الكاميرات	360 درجة
	زاوية الرؤية الأفقية (HFOV) لكل كاميرا	الحد الأدنى: 60 درجة / الموصى به: 120 درجة
	زاوية الرؤية العمودية (VFOV)	180 درجة
	معدل الإطارات (Frame Rate)	الحد الأدنى: 30 إطارًا في الثانية / الموصى به: 60 إطارًا في الثانية
	النطاق الديناميكي (Dynamic Range)	الحد الأدنى: 70 ديسيبل
	نوع الغالق (Shutter Type)	Over rolling shutters
GNSS	الدقة الأفقية ثنائية الأبعاد	أقل من 2 سم
	الدقة الرأسية	أقل من 3 سم
	دعم الكوكبات	GPS، GLONASS، Galileo، BeiDou
	دعم RTK	مدعوم
	دعم التردد المزدوج	مدعوم
IMU	تحيز الجيروسكوب (Gyro Bias)	أقل من 0.01 درجة/ساعة
	تحيز مقياس التسارع (Accelerometer Bias)	أقل من 50 ميكرو جرام
	التردد	الحد الأدنى: 200 هرتز
المعايرة	خطأ إعادة الإسقاط (Reprojection Error) للكاميرا	±0.2 بكسل
مزامنة الوقت		±1 مللي ثانية

3.1.5 متطلبات المعايرة والتحقق

لتحقيق الدقة المطلوبة، تُعد المعايرة الدقيقة لأنظمة التصوير البانورامي أمرًا ضروريًا، وتشمل:

- **المعايرة الهندسية (Geometric Calibration):**
  - تضمن المحاذاة الدقيقة لجميع الكاميرات داخل النظام، مما يساعد على تصحيح تشوهات العدسات وضمان دمج سهل للصور.

- تشمل هذه العملية معايرة المواقع والاتجاهات النسبية لكل كاميرا للحفاظ على تناسق العلاقات المكانية بين الكاميرات.

- **فترات المعايرة المنتظمة (Regular Calibration Intervals):**

- من الضروري تنفيذ جدول زمني دوري للمعايرة للحفاظ على دقة النظام بمرور الوقت.
- يساعد ذلك في تصحيح أي انحرافات محتملة في محاذاة المستشعرات أو أداء النظام.

3.1.6 دمج التطبيقات المتقدمة

توفر الصور البانورامية الدقيقة أساسًا قويًا للعديد من التطبيقات المتطورة، ومنها:

- **الملاحة الذاتية (Autonomous Navigation):**

- تتيح للأنظمة الذاتية فهمًا شاملاً للبيئة المحيطة، مما يعزز من قدرات التخطيط للمسار وتجنب العوائق.

- **التخطيط الحضري وتطوير المدن الذكية (Urban Planning and Smart City Development):**

- توفر بيانات بصرية مفصلة تساعد المخططين الحضريين على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن تطوير البنية التحتية والتقييمات البيئية.

- **الواقع الافتراضي والسياحة (Virtual Reality and Tourism):**

- تسهم في إنشاء تجارب غامرة من خلال توفير تمثيلات واقعية للمواقع الحقيقية، مما يعزز تجربة المستخدم في السياحة الافتراضية والتطبيقات التفاعلية.

3.2 معايير الخرائط عالية الدقة

3.2.1 تعريف النشاط

تشمل الأنشطة الأساسية في الخرائط عالية الدقة (HD Mapping) اكتساب، ومعالجة، والتحقق من صحة البيانات الجيومكانية عالية الدقة لإنشاء نماذج رقمية دقيقة للطرق. تتضمن هذه الأنشطة:

1. **جمع البيانات باستخدام أنظمة المسح المتنقلة (MMS - Mobile Mapping System):**
   - التقاط بيانات **LiDAR، وGNSS، والكاميرات، و IMU** أثناء التنقل عبر شبكات الطرق.
2. **استخراج المعالم والتعليقات التوضيحية (Feature Extraction & Annotation):**
   - تحديد معالم الطرق مثل الهندسة الطرقية، ومعلومات المسارات، والأرصفة، وإشارات المرور، والعوائق.
3. **التحقق من البيانات وضمان الجودة (Data Verification & Quality Control):**
   - التأكد من أن بيانات الخرائط تفي بمعايير الدقة والاتساق المطلوبة.
4. **الإسناد الجغرافي ودمج البيانات (Georeferencing & Fusion):**
   - دمج البيانات من **GNSS، وIMU، و LiDAR** لتحقيق محاذاة مكانية دقيقة.

3.2.2 المخرجات

تنتج أنشطة الخرائط عالية الدقة عدة مخرجات رئيسية، تشمل:

- **خرائط متجهية عالية الدقة (HD Vector Maps) بصيغتي SHP أو NDS:**
  - ملفات متجهية مرتبطة بالإحداثيات الجغرافية تحتوي على تفاصيل علامات المسارات، وحواف الطرق، ومواقع إشارات المرور، ومعالم الطرق الأخرى.
- **بيانات السحابة النقطية من LiDAR بصيغة (LAS):**
  - بيانات ثلاثية الأبعاد تلتقط معالم الطرق والبنية التحتية المحيطة.
- **البيانات الوصفية الجيومكانية (Geospatial Metadata):**
  - تتضمن مواصفات المستشعرات، وسجلات المعايرة، وأنظمة الإحداثيات، وتفاصيل الإسقاط الجغرافي.

- **تقارير التحقق (Validation Reports):**
  - وثائق تقييم الدقة التي تؤكد الامتثال لمعايير رسم الخرائط.

3.2.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة

معامل الخريطة	الدرجة 1	الدرجة 2	الدرجة 3
الدقة المطلقة ثنائية الأبعاد (Absolute 2D Accuracy)	≥ 20 سم	≥ 30 سم	≥ 50 سم
الدقة المطلقة ثلاثية الأبعاد (Absolute 3D Accuracy)	≥ 30 سم	≥ 50 سم	≥ 1 متر
الدقة النسبية ثنائية الأبعاد (Relative 2D Accuracy)	≥ 10 سم	≥ 15 سم	≥ 30 سم
الدقة النسبية ثنائية الأبعاد (Relative 3D Accuracy)	≥ 15 سم	≥ 20 سم	≥ 50 سم
كثافة السحابة النقطية (Point Cloud Density)	10000 - 2500 نقطة/م² (دقة عالية)	2500 - 400 نقطة/م² (دقة على مستوى المسار)	400 - 100 نقطة/م² (ملاحة عامة)
دقة الخرائط المتجهية (Vector Map Accuracy)	خطأ تحديد المسار ≥ 10 سم	خطأ تحديد المسار ≥ 20 سم	خطأ تحديد المسار ≥ 50 سم
جودة استخراج المعالم، والتوسيم، والتعليقات التوضيحية	95%	95%	95%

3.2.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات

المستشعر	الميزة	المتطلبات الفنية
LiDAR	كثافة النقاط (Point Density)	الحد الأدنى: 400 نقطة/م² (دقة على مستوى المسار) / الموصى به: 10,000 نقطة/م²
	دقة المدى (Range Accuracy)	≥ 2 سم
	طول الموجة (Wavelength)	905 نانومتر - 1550 نانومتر
	معدل المسح (Scan Rate)	≤ 600,000 نقطة/ثانية
LiDAR (الحالة الصلبة)	كثافة النقاط (Point Density)	الحد الأدنى: 400 نقطة/م²
	دقة المدى (Range Accuracy)	≥ 2 سم
	مجال الرؤية (FOV - Field of View)	120 درجة

الكاميرا	الدقة (إجمالي جميع الكاميرات)	الحد الأدنى: 60 ميجابكسل / الموصى به: 200 ميجابكسل
	الدقة (لكل كاميرا)	الحد الأدنى: 12 ميجابكسل / الموصى به: 50 ميجابكسل
	زاوية الرؤية الأفقية (HFOV) لجميع الكاميرات	360 درجة
	زاوية الرؤية الأفقية (HFOV) لكل كاميرا	الحد الأدنى: 60 درجة / الموصى به: 120 درجة
	زاوية الرؤية العمودية (VFOV)	180 درجة
	معدل الإطارات (Frame Rate)	الحد الأدنى: 30 إطارًا في الثانية / الموصى به: 60 إطارًا في الثانية
	النطاق الديناميكي (Dynamic Range)	الحد الأدنى: 70 ديسيبل
	نوع الغالق (Shutter Type)	Over rolling shutters
GNSS	الدقة الأفقية ثنائية الأبعاد	أقل من 2 سم
	الدقة الرأسية	أقل من 3 سم
	دعم الكوكبات	GPS، GLONASS، Galileo، BeiDou
	دعم RTK	مدعوم
	دعم التردد المزدوج	مدعوم
IMU	تحيز الجيروسكوب (Gyro Bias)	أقل من 0.01 درجة/ساعة
	تحيز مقياس التسارع (Accelerometer Bias)	أقل من 50 ميكرو جرام
	التردد	الحد الأدنى: 200 هرتز
المعايرة	خطأ إعادة الإسقاط (Reprojection Error) للكاميرا	±0.2 بكسل
مزامنة الوقت		±1 مللي ثانية

مواصفات مستشعرات المركبات الجماعية لتحديث الخرائط عالية الدقة:

المستشعر	الميزة	المتطلبات الفنية
الكاميرا	الدقة	الحد الأدنى: 32 ميجابكسل / الموصى به: 50 ميجابكسل
	زاوية الرؤية الأفقية (HPOV - Horizontal Field of View)	الحد الأدنى: 80 درجة / الموصى به: 120 درجة
	معدل الإطارات (Frame Rate)	الحد الأدنى: 10 إطارات في الثانية / الموصى به: 30 إطارًا في الثانية

3.2.5 متطلبات المعايرة والتحقق

يجب ضمان المتطلبات التالية أثناء جمع البيانات:

- **التحقق من المسح الضابط (Control Survey Verification):**
  - يجب أن تحقق نقاط التحكم المستندة إلى GNSS والمحطات المتكاملة دقة 10 ≤سم في المستوى الأفقي و 15 ≤سم في المستوى ثلاثي الأبعاد.
- **اختبارات أداء INS/GNSS:**
  - يجب التحقق من دقة تحديد المواقع باستخدام اختبارات ميدانية معيارية قبل بدء عملية المسح.
- **فحص الدقة الداخلية للسحابة النقطية (Point Cloud Internal Accuracy Check):**
  - يجب أن تكون أخطاء المسح النسبية 10 ≤سم داخل نفس المسار الممسوح.
- **التحقق من دقة الطبقة المتجهية (Vector Layer Shape Validation):**
  - يجب أن تحافظ هندسة معالم الطرق على انحراف ≥ 20 سم في البعدين (2D) و 30 ≤سم في البعد الثلاثي (3D).

3.2.6 دمج التطبيقات المتقدمة

يتم تصنيف الخرائط عالية الدقة (HD Maps) إلى درجات مختلفة بناءً على دقتها، ومستوى التفاصيل، ودقة الإسناد الجغرافي. يعتمد اختيار درجة الخريطة على متطلبات التطبيق المحددة، مع تحقيق توازن بين الدقة وكفاءة المعالجة الحسابية.

1. **الدرجة الأولى (Grade 1) خرائط فائقة الدقة (2500 – 10,000 نقطة/م²):**

- المركبات ذاتية القيادة (Autonomous Driving - Level 3+ AVs):
  - توفر دقة فائقة على مستوى تحديد المسار، مما يتيح تحديد موقع المركبات ذاتية القيادة بدقة عالية في البيئات الحضرية المعقدة.
- الأنظمة المتقدمة لمساعدة السائق (ADAS - Advanced Driver Assistance Systems):
  - تُستخدم في التحكم التكيفي في السرعة، ومساعدة الحفاظ على المسار، والملاحة التنبؤية.
- الروبوتات والأتمتة الصناعية (Robotics & Industrial Automation):
  - تدعم الروبوتات الموجهة بدقة والطائرات بدون طيار المستخدمة في أتمتة المستودعات والتوصيل في المرحلة الأخيرة.

- البحوث الجيومكانية وتخطيط البنية التحتية (Geospatial Research & Infrastructure Planning):
  - تُستخدم في الهندسة المدنية والتخطيط الحضري لتحليل محاذاة الطرق وتحسين تدفقات المرور.

2. الدرجة الثانية (Grade 2) خرائط عالية الدقة على مستوى المسار (400 – 2500 نقطة/م²):

- الملاحة والتنقل الذكي (Navigation & Smart Mobility):
  - تُستخدم في تطبيقات الملاحة التجارية لتمكين إرشادات دقيقة على مستوى المسار وتحسين التوجيه خطوة بخطوة.
- إدارة الأساطيل والخدمات اللوجستية (Fleet Management & Logistics):
  - تدعم تحسين مسارات الشحن والنقل، مما يضمن دقة تحديد المواقع على الطرق السريعة والشوارع الحضرية.
- النقل العام وخدمات التنقل كخدمة (MaaS - Mobility-as-a-Service):
  - توفر تخطيطًا محسنًا لحركة النقل العام وتحليلات تنبؤية لأوقات السفر.
- الحافلات الذاتية والمركبات ذاتية القيادة للتوصيل في المرحلة الأخيرة (Autonomous Shuttle & Last-Mile Delivery Vehicles):
  - تتيح نشر المركبات الذاتية داخل المناطق الجغرافية المغلقة مثل الجامعات والمناطق التجارية.

3. الدرجة الثالثة (Grade 3) الملاحة العامة ورسم الخرائط (100 – 400 نقطة/م²):

- الملاحة التقليدية القائمة على GPS (Standard GPS-Based Navigation):
  - تُستخدم لدعم الملاحة المستندة إلى الخرائط للمركبات والمشاة.
- إدارة الطوارئ والكوارث (Emergency & Disaster Management):
  - توفر بيانات جيومكانية أساسية لتخطيط الاستجابة للأزمات.
- المسح التطبيقي وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية العامة (Surveying & General GIS Applications):
  - تُستخدم في تخطيط استخدام الأراضي، ورصد البيئة، والتنمية الحضرية.

3.3 معايير تطبيقات الملاحة

3.3.1 تعريف النشاط

تعتمد تطبيقات الملاحة على GNSS، والخرائط عالية الدقة (HD Maps)، وبيانات حركة المرور في الوقت الفعلي لتوفير المسارات المثلى بناءً على ظروف الطرق الحالية، والازدحام المروري، وهندسة الطرق .تشمل الأنشطة الأساسية ما يلي:

1. **حساب وتحسين المسارات (Route Calculation & Optimization):**
   - تستخدم الخوارزميات لحساب أقصر الطرق، أو أسرعها، أو الأكثر كفاءة في استهلاك الوقود بناءً على البيانات الحية.
2. **تحديد المواقع على مستوى المسار (Lane-Level Positioning):**
   - تعتمد على الخرائط عالية الدقة ودمج المستشعرات لتحديد مواقع المركبات بدقة داخل المسارات، مما يحسن الأمان ودقة الملاحة.
3. **الإرشاد خطوة بخطوة (Turn-by-Turn Guidance):**
   - يوفر إرشادات صوتية وبصرية لحظية للسائقين، وراكبي الدراجات، والمشاة.
4. **تحديثات المرور الديناميكية (Dynamic Traffic Updates):**
   - يدمج تغذيات المرور الحية، وتقارير الحوادث، والتحليلات التنبؤية لضبط المسارات بشكل ديناميكي.

3.3.2 المخرجات

تنتج تطبيقات الملاحة العديد من المخرجات لضمان كفاءة ودقة التوجيه، وتشمل:

- **بيانات التوجيه (Routing Data) بصيغة API أو خدمة الخرائط:**
  - تحتوي على هندسة الطرق، وتكوينات المسارات، وحدود السرعة.
- **تغذيات بيانات المرور الحية (Live Traffic Data Feeds):**
  - تحديثات لحظية حول الازدحام، وإغلاق الطرق، والحوادث، يتم جمعها من المستخدمين وكاميرات المرور الحية.
- **البيانات الوصفية الجيومكانية (Geospatial Metadata):**
  - تشمل سجلات المستشعرات، ودقةGNSS ، وسجلات المواقع الموقوتة زمنيًا.
- **بيانات ملاحظات المستخدم (User Feedback Data):**
  - تقارير مجمعة عن حالة الطرق، والحوادث المرورية، والتغيرات في البنية التحتية.

3.3.3 مواصفات الدقة/التحديد الجغرافي/المعايير المطلوبة

يجب تحقيق المعايير التالية في الخرائط المستخدمة لتطوير تطبيقات الملاحة.

المعامل	القيمة المستهدفة
دقة تحديد المواقع ثنائية الأبعاد (2D Positioning Accuracy)	≤ 1 متر
دقة تحديد المواقع ثلاثية الأبعاد (3D Positioning Accuracy)	≤ 1.5 متر
دقة تحديد المواقع على مستوى المسار (Lane-Level Accuracy)	≤ 50 سم انحراف عن مركز المسار الفعلي
معدل تحديث بيانات المواقع في الوقت الحقيقي (Real-Time Position Update Rate)	≤ 1 هرتز
زمن استجابة تحديث بيانات المرور (Traffic Data Update Latency)	≤ 5 ثوانٍ للتحديثات الحية

3.3.4 متطلبات ومواصفات المستشعرات

المستشعر	الميزة	المتطلبات الفنية
الكاميرا	الدقة (لكل كاميرا)	الحد الأدنى: 12 ميجابكسل / الموصى به: 50 ميجابكسل
	زاوية الرؤية الأفقية (- HFOV Horizontal Field of View) لكل كاميرا	الحد الأدنى: 60 درجة / الموصى به: 120 درجة
GNSS	الدقة الأفقية ثنائية الأبعاد (Horizontal 2D Accuracy)	< 1 متر
	الدقة الرأسية (Vertical Accuracy)	< 1.5 متر
	دعم الكوكبات (Constellations Support)	GPS، GLONASS، Galileo، BeiDou
	دعم RTK	مدعوم
	دعم التردد المزدوج (Dual Frequency)	مدعوم
IMU	تحيز الجيروسكوب (Gyro Bias)	< 0.01 درجة/ساعة
	تحيز مقياس التسارع (Accelerometer Bias)	< 50 ميكرو جرام
	التردد (Rate)	الحد الأدنى: 200 هرتز
مستشعرات المرور (Traffic Sensors)	زمن الاستجابة (Latency)	≤ 5 ثوانٍ لتغذيات البيانات الحية

3.3.5 متطلبات المعايرة والتحقق

التحقق من GNSS/INS:

- يجب على تطبيقات الملاحة التي تستخدم دمج المستشعرات التحقق من تموضع GNSS عبر بيانات الملاحة بالقصور الذاتي (INS) للحفاظ على الدقة في المناطق ذات الإشارة الضعيفة (مثل الأنفاق، والبيئات الحضرية الضيقة).

اختبارات الدقة على مستوى المسار:

- يجب أن تؤكد الاختبارات الميدانية باستخدام GNSS المدعوم بـ RTK دقة ≤ 50 سم في تحديد المسارات لضمان الملاحة عالية الدقة.

مزامنة البيانات في الوقت الحقيقي:

- يجب أن تقوم تطبيقات الملاحة بمزامنة بيانات GNSS، وتحديثات المرور، والخرائط عالية الدقة في ≤ 5 ثوانٍ لضمان التوجيه الدقيق في الوقت الفعلي.

3.3.6 التكامل مع التطبيقات ذات القيمة المضافة

تدعم تطبيقات الملاحة عدة قطاعات صناعية تعتمد على البيانات الجيومكانية اللحظية وتحليلات التوجيه الذكي، وتشمل:

- **الملاحة الذاتية وأنظمة ADAS:**
  - تعتمد على إرشادات دقيقة للمسارات، والتخطيط التنبؤي للمسار، والخرائط عالية الدقة.
- **إدارة الأساطيل والخدمات اللوجستية:**
  - تعمل على تحسين مسارات التوصيل باستخدام بيانات المرور الحية والتحليلات التنبؤية.
- **النقل العام وخدمات التنقل كخدمة (MaaS):**
  - تعزز تخطيط مسارات النقل العام، وتنسيق وسائل النقل المتعددة، وتوقع أوقات الوصول.
- **الاستجابة للطوارئ وإدارة الكوارث:**
  - تتيح لفرق الاستجابة التنقل بكفاءة عبر الطرق المغلقة أو الخطرة أثناء الأزمات.

3.4 معايير التخزين

3.4.1 متطلبات بنية التخزين

البند	المتطلبات القياسية
إقامة البيانات (Data Residency)	يجب تخزين البيانات الجيومكانية في منشأة محلية داخل المملكة العربية السعودية.
التخزين السحابي والهجين (Cloud & Hybrid Storage)	يجب أن يلتزم مقدمو خدمات التخزين السحابي بالبروتوكولات الأمنية السعودية الصادرة عن الهيئات التشريعية الحكومية في المملكة العربية السعودية، مثل الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA)، والهيئة الوطنية للأمن السيبراني(NCA) ، وهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.(CST) يجب استخدام مقدمي الخدمات السحابية المعتمدين من CST.
الاحتفاظ بالبيانات (Data Retention)	يجب على المؤسسات الاحتفاظ بالبيانات لمدة لا تقل عن 5 سنوات.
معايير التشفير (Encryption Standards)	- تشفير AES-256 للبيانات الجيومكانية المخزنة. - تشفير TLS 1.3 لضمان نقل البيانات بأمان.
إخفاء الهوية وإعادة التسمية الزائفة (Anonymization & Pseudonymization)	يجب إزالة أو التشويش على مصادر تحديد هوية البيانات قبل استخدامها علنًا أو معالجتها خارج المملكة.
النسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث (Backup & Disaster Recovery)	يجب إجراء نسخ احتياطي مشفر تلقائي يوميًا، مع تخزين بديل مختلف مكانياً لضمان استمرارية الأعمال.

3.4.2 متطلبات التحكم في الوصول إلى التخزين

التحكم في الوصول القائم على أدوار المستخدمين - (Role-Based Access Control RBAC):

- يجب تقييد الوصول إلى البيانات وفقًا لأدوار المستخدمين، مع تطبيق مبدأ الحد الأدنى من الامتيازات.

تصنيف البيانات (Data Classification):

يُعد تصنيف البيانات جزءًا أساسيًا من أمن البيانات الجغرافية، حيث يضمن تصنيف مجموعات البيانات بناءً على درجة حساسيتها، والمتطلبات التنظيمية، وآليات التحكم في الوصول .وفقًا لسياسة تصنيف البيانات الصادرة عن مثل الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (SDAIA)، يتم تصنيف البيانات إلى أربع فئات:

- **البيانات العامة (Public Data):** بيانات جيومكانية متاحة للوصول العام.

- **البيانات المقيدة (Restricted Data):** مجموعات بيانات مخصصة للاستخدام الداخلي مع وصول محدود.
- **البيانات السرية (Confidential Data):** معلومات جيومكانية حساسة تتطلب التشفير والمصادقة متعددة العوامل (MFA).
- **البيانات شديدة السرية (Highly Confidential Data):** بيانات جيومكانية متعلقة بالأمن الوطني، يُمنع نقلها خارج المملكة العربية السعودية.

سجلات التدقيق والمراقبة (Audit Logs & Monitoring):

- يجب تسجيل جميع الأنشطة في النظام ومراقبة الوصول في الوقت الفعلي لاكتشاف أي محاولات وصول غير مصرح بها أو سلوكيات مشبوهة.

3.5 معايير الأمان

يجب على المتقدمين للبيئة التجريبية الالتزام بالسياسات الأمنية الصادرة عن الهيئة الوطنية للأمن السيبراني (NCA) لضمان الامتثال للوائح الأمن السيبراني في المملكة العربية السعودية. تشمل هذه السياسات مختلف الجوانب المتعلقة بحماية البيانات، وضوابط الوصول، وإدارة المخاطر، والاستجابة للحوادث.

يعد الامتثال لهذه الإرشادات أمرًا ضروريًا للحفاظ على بيئة رقمية آمنة ومرنة، مع تعزيز الابتكار ضمن الإطار التنظيمي. قد يؤدي عدم الامتثال إلى الاستبعاد من البيئة التجريبية.

3.5.1 متطلبات الأمان

البند	المتطلبات المستهدفة
أمان الشبكة (Network Security)	يجب نشر جدران الحماية (Firewalls)، وأنظمة كشف التسلل (IDS)، والشبكات الخاصة الافتراضية (VPNs) لتأمين نقل البيانات.
التحكم في الوصول (Access Control)	- المصادقة متعددة العوامل (MFA) إلزامية للوصول إلى مجموعات البيانات الجيومكانية. - يجب تطبيق التحكم في الوصول القائم على أدوار المستخدمين (RBAC) لتقييد صلاحياتهم.
تشفير البيانات (Data Encryption)	- تشفير AES-256 للبيانات المخزنة. - تشفير TLS 1.3 لحماية البيانات أثناء النقل.
مراقبة التهديدات (Threat Monitoring)	يجب تنفيذ مراقبة أمنية على مدار 24/7 مع اكتشاف التهديدات والشذوذات لتحديد الهجمات السيبرانية المحتملة.
الاستجابة للحوادث (Incident Response)	يجب الإبلاغ عن أي اختراق للبيانات إلى SDAIA خلال 72 ساعة وفقًا لإرشادات PDPL.
اختبار الاختراق (Penetration Testing)	يجب على المتقدمين إجراء مراجعات سنوية للأمن السيبراني واختبارات الاختراق.

حماية سلامة البيانات (Data Integrity Protection)	يجب استخدام التوقيعات الرقمية للتحقق من أصالة البيانات.
نقل البيانات الآمن (Secure Data Transfers)	يُمنع نقل البيانات شديدة السرية خارج المملكة العربية السعودية دون موافقة صريحة من SDAIA وCST.

3.6 متطلبات الشبكات

البند	المتطلبات المستهدفة
اتصال 5G وV2X	- زمن استجابة بحد أقصى ١ ملي ثانية للتطبيقات في الوقت الفعلي.
الحوسبة الطرفية (Edge Computing)	- تصفية البيانات ومعالجتها بالذكاء الاصطناعي عند عقد الاستشعار. - التزامن مع نماذج الذكاء الاصطناعي السحابية للتعلم المستمر.
الاتصالات الآمنة	- تشفير AES-256 للبيانات أثناء النقل. - TLS 1.3 للاتصالات عبر واجهات برمجة التطبيقات والخدمات السحابية.
متطلبات النطاق الترددي	-الحد الأدنى: **١ جيجابت في الثانية** لتطبيقات الخرائط عالية الدقة والمهام في الوقت الفعلي . -الموصى به: **١٠ جيجابت في الثانية** للمهام المكثفة للبيانات.
تصميم شبكة مرن	- مسارات شبكية احتياطية وآليات تجاوز للأعطال لضمان استمرارية الأعمال.

3.7 معايير الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي

البند	المتطلبات المستهدفة
دقة النموذج	-يجب أن تحقق نماذج الملاحة ≤ ٩٥٪ دقة في توقع المسار. - يجب أن تحقق نماذج تقسيم الخرائط نسبة تداخل IoU ≤ ٩٠٪.
اخراج المعلومات في الوقت الفعلي	- يجب أن تعالج نماذج التعلم الآلي البيانات الجغرافية بزمن استجابة أقل من ١٠٠ مللي ثانية.
معالجة الذكاء الاصطناعي الطرفية	- يجب أن تدعم النماذج الذكاء الاصطناعي التشغيل على الأجهزة باستخدام وحدات معالجة رسومية/عصبونية مضمنة.
إمكانية التفسير	- يجب أن تكون قرارات الذكاء الاصطناعي قابلة للتتبع مع درجات الثقة لضمان الامتثال التنظيمي.
تحسين البيانات	- يجب أن تستخدم مجموعات بيانات التدريب تقنيات التحسين الصناعي مثل (GANs، ودمج البيانات) لزيادة الدقة.

3.8 معايير استمرارية الأعمال

البند	المتطلبات المستهدفة
التوافر العالي (HA)	التزام بنسبة تشغيل ٩٩.٩٩٪ لخدمات الخرائط الحيوية.
النسخ الاحتياطي والتكرار	يجب أن يتم نسخ البيانات احتياطيًا يوميًا مع تخزين مشفر في السحابة الجغرافية.
زمن الاستجابة للحوادث	- يجب الإبلاغ عن الحوادث الإلكترونية خلال ٧٢ ساعة والتخفيف منها خلال ٢٤ ساعة.
التجاوز التلقائي للأعطال	- يجب أن تكون هناك آليات تجاوز تلقائية مدعومة بالذكاء الاصطناعي لتطبيقات الملاحة في الوقت الفعلي.
الامتثال التنظيمي	- يجب أن تتماشى خطط استمرارية الأعمال مع لوائح الهيئة الوطنية للأمن السيبراني (NCA).

الملحق: مجالات العمل والأنشطة الرئيسية للمركبات ذاتية القيادة

1. **المركبات والبنية التحتية والقيادة الذاتية**

- **تصاريح استيراد المركبات**: إنجاز جميع الإجراءات واللوائح الخاصة بالاستيراد (مثل موافقات SASO)، والتأكد من الامتثال للمعايير المحلية ومتطلبات الجمارك.
- **إجراءات التخليص الجمركي**: إدارة اللوجستيات والمستندات اللازمة لدخول المركبات، بما في ذلك الرسوم والضرائب والفحص عند الوصول.
- **التراخيص والتسجيل**: الحصول على التصاريح وأرقام اللوحات اللازمة والحفاظ على السجلات الرسمية لكل مركبة ذاتية القيادة.
- **الفحوصات الدورية للمركبات**: إجراء فحوص منتظمة للتأكد من جاهزية المركبة على الطرق والتزامها بلوائح النقل المحلية واستعدادها الدائم للتشغيل الذاتي.
- **التأمين على المركبات**: تأمين الوثائق التأمينية المناسبة التي تغطي المسؤولية والتصادم وأي تغطية متخصصة ضرورية لمعدات القيادة الذاتية.
- **تركيب أنظمة القيادة الذاتية ومعايرتها**: تجهيز المركبات بمعدات القيادة الذاتية؛ ومعايرة المستشعرات والأنظمة وفقًا لظروف القيادة المحلية.
- **مرافق وقوف وتخزين المركبات**: تحديد أماكن مناسبة لركن أسطول المركبات أو تخزينها حين لا تكون في الخدمة.
- **البنية التحتية للشحن الكهربائي**: وضع خطط لتوفير شحن المركبات الكهربائية (عند الاقتضاء)، بما يشمل اختيار المواقع وتقدير السعة الكهربائية.
- **الاتصال ونقل البيانات**: توفير شبكات موثوقة لتنزيل بيانات الرحلات وبثّ البيانات اللحظية وتنفيذ التحديثات البرمجية.
- **مرافق وإجراءات الصيانة**: تخصيص مواقع خدمات وصيانة ووضع بروتوكولات للإصلاحات الدورية وإدارة قطع الغيار.
- **إضافة المركبات إلى المنصة**: دمج المركبات ضمن منصة مشاركة الركوب أو إدارة الأسطول، بما يضمن سلاسة التوجيه والواجهة المخصصة للمستخدم.
- **إعداد الخرائط والتحقق من الأداء (خاص بمطور أنظمة القيادة الذاتية)**: تحديد منطقة الخدمة بدقة؛ وإجراء اختبارات متكررة لأنظمة القيادة الذاتية للتأكد من دقتها وموثوقيتها.

2. **مشغّلو المركبات (VOs)**

- **برنامج "تدريب المدربين"**: تطوير منهاج شامل يُمكّن الكوادر المتمرّسة في تكنولوجيا القيادة الذاتية من تدريب مشغّلي المركبات الجُدد.
- **استقطاب مشغّلين مؤهّلين**: وضع متطلبات توظيف واضحة تشمل الرخص السارية والوعي بالسلامة والمهارات التقنية.
- **السياسات والمواد التدريبية**: إعداد إرشادات شاملة تغطي تشغيل المركبات الذاتية، وإجراءات السلامة، وبروتوكولات الطوارئ، وإدارة البيانات.

- **تسجيل أداء النظام**: استحداث آليات تمكّن المشغّلين من توثيق وتسجيل السيناريوهات العملية، وتوفير رؤى مفيدة للمطورين.
- **تطبيق نظام مراقبة السائق**: تركيب الأنظمة البرمجية والأجهزة لمراقبة انتباه المشغّل، وضمان تشغيلها قبل البدء بالتدريب.
- **برنامج التحقق من التنبيهات والتعامل معها**: مراقبة الإشعارات الصادرة عن نظام مراقبة المشغل واتخاذ الإجراءات اللازمة بشأن أي مخاوف تتعلق بالسلامة أو الأداء.
- **التدريب النظري في الفصول**: تقديم دروس أساسية حول مفاهيم القيادة الذاتية واللوائح المحلية وأفضل الممارسات قبل بدء التدريب العملي.
- **التدريب على الطرق**: توفير تمارين تحت إشراف في الطرق العامة أو في بيئات خاصة، مما يضمن اكتساب المشغّلين خبرة عملية في أنظمة القيادة الذاتية.

3. السلامة

- **خطة سلامة شاملة**: توحيد الجهود بين مطوّر تقنية القيادة الذاتية وفريق تشغيل الأسطول لوضع خطة تتضمن نطاق التصميم التشغيلي (ODD)، واستراتيجيات الاستجابة للحوادث، وإجراءات الأمن السيبراني.
- **اجتماعات وعروض تقنية للسلامة**: تنظيم مراجعات ميدانية للأنظمة الأمنية، تعرض إمكانيات المركبات، ووسائل الحماية، وأنظمة الخلل المحتملة.
- **تقييمات السلامة للقيادة الذاتية**: إجراء تحليلات معمقة على البنية التقنية للمركبات والأنظمة التشغيلية وإجراءات الطوارئ، وصولاً إلى الموافقة الرسمية على التشغيل.

4. الامتثال

- **الموافقات التشغيلية والتصاريح الخاصة بالمواقع**: الحصول على التراخيص أو الاعتمادات المطلوبة لكل جهة مشاركة؛ بالإضافة إلى تلبية متطلبات خاصة ببعض المناطق مثل المطارات أو المقرات الخاصة.
- **التغطية التأمينية**: تأمين الوثائق المهمة—مثل التأمين العام للمسؤولية التجارية والتأمين على المركبات التجارية وتأمين التخزين—لحماية جميع الأطراف.
- **شهادات المركبات والتقنيات**: نيل المصادقات الحكومية اللازمة للأجهزة والبرمجيات والبيانات الخرائطية (مثل موافقات SDAIA وتراخيص GEOSA).
- **التنسيق التنظيمي**: ضمان التواصل المستمر مع السلطات المحلية، ومواكبة أحدث السياسات واللوائح المتعلقة بالمركبات الذاتية.

5. دمج واجهات البرامج واختبارها

- **التكامل مع منصة مشاركة الركوب**: إنشاء قنوات اتصال آمنة وتدفق للبيانات بين أنظمة مطوّر تقنية القيادة الذاتية وواجهة برمجة تطبيقات (API) لمشاركة الركوب، مع مراعاة الاحتياجات الخاصة بكل شريك.
- **تهيئة المنصة وتجربة المستخدم**: تحديث واجهة تطبيق مشاركة الركوب وخصائصه لاستيعاب طلبات الركوب الذاتية وتحديث حالة الرحلة وتلقي تقييمات المستخدمين.

- **اختبارات Alpha تجارب الإرسال** :تنفيذ تجارب أولية لإرسال المركبات في الواقع العملي عبر واجهة برمجة التطبيقات، ومراقبة عملية إنشاء الرحلة وتتبعها وقياس الأداء.
- **اختبارات Beta تجارب شاملة من البداية إلى النهاية** :إجراء تجارب واقعية مع ركاب حقيقيين، والتحقق من جودة التجربة الكاملة بما يشمل الحجز والاستلام والرحلة والدعم.

6. الدعم

- **توظيف الكوادر وتدريبهم لتقديم الدعم** :استقطاب فرق لخدمة العملاء، وتزويدهم بالتدريبات اللازمة لمعالجة استفسارات المستخدمين الخاصة بالقيادة الذاتية والقضايا التقنية واحتياطات السلامة.
- **إجراءات التشغيل القياسية (SOPs)**: تطوير إرشادات واضحة للتعامل مع الأعطال، وآليات تصعيد المشكلات، والعمليات اليومية لدعم القيادة الذاتية.
- **تجربة الدعم عبر التطبيق** :دمج الموارد المساندة، والأسئلة الشائعة، والدعم الفوري مع مندوبين في التطبيق، مع تخصيص ذلك لحالات المركبات الذاتية (إن وُجد).

7. الاتصالات

- **خطة التواصل الإطلاق** :وضع استراتيجية شاملة للرسائل والمواعيد والترويج لضمان تقديم الخدمة الذاتية للجمهور بطريقة فعّالة.
- **التواصل مع أصحاب المصلحة** :بناء علاقات استباقية مع المجتمعات المحلية والجهات التنظيمية والأطراف المؤثرة، لتعزيز موقف إيجابي لدى الرأي العام والتعامل مع أي مخاوف.

8. إدارة المشاريع

- **إبرام الاتفاقيات والترتيبات التعاقدية** :استكمال شروط التعاون مع مشغل الأسطول والمطور وأي أطراف ثالثة، وتحديد المسؤوليات والمهام المطلوبة.
- **تحديد منطقة الخدمة في الإطلاق** :تحديد الحدود الجغرافية والقيود التشغيلية للإطلاق الأولي للمركبات الذاتية.
- **مراجعات الجاهزية الدورية** :جدولة اجتماعات أو نقاط تفتيش لمتابعة التقدم، وتقييم المخاطر، والتأكد من تحقيق جميع الأهداف والمعايير في الوقت المناسب.

المرفقات

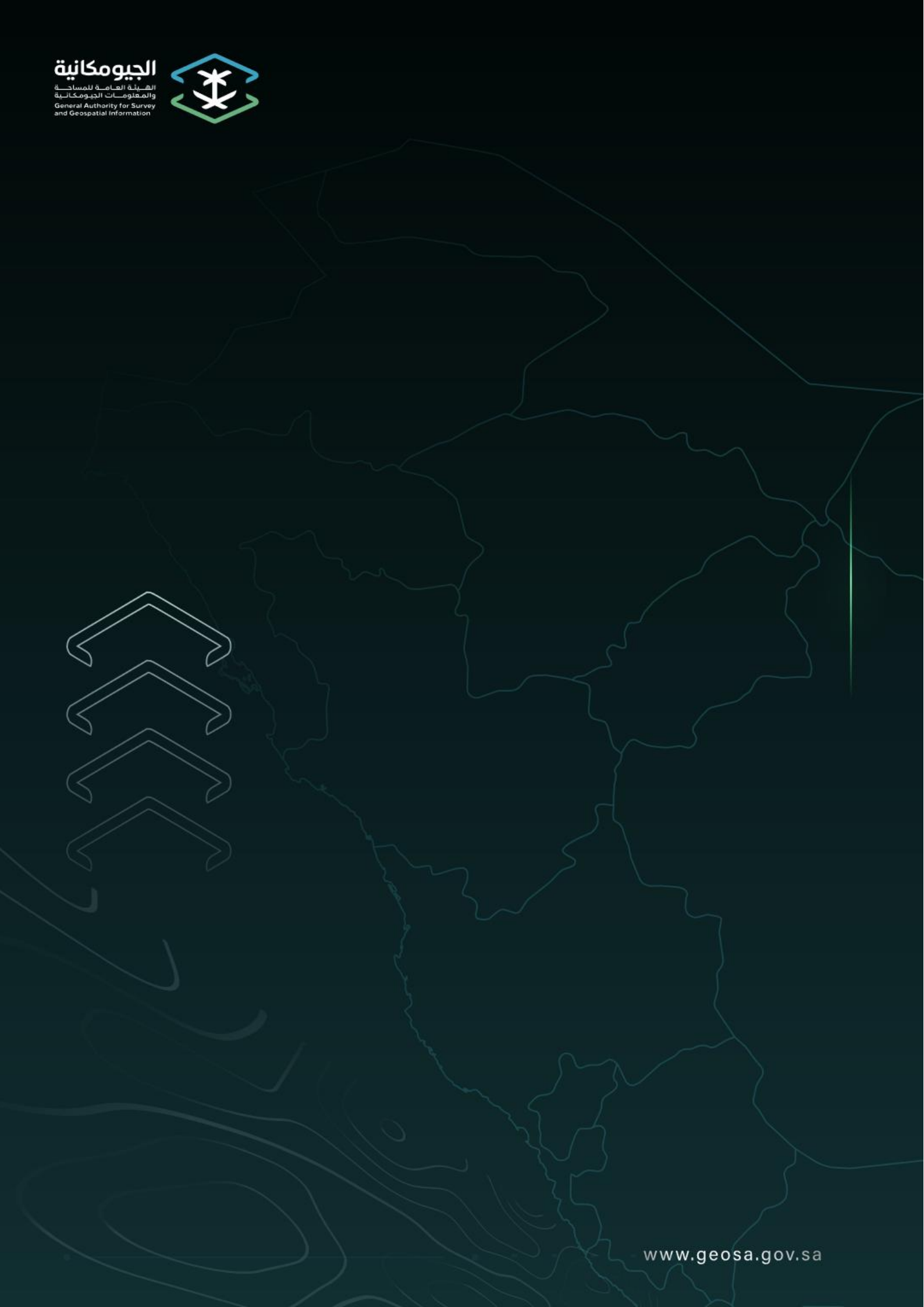
قائمة الامتثال:

ComplianceSheet_GEOSandbox_Standards AR.xlsx

جدول النسخ

النسخة	التاريخ
1.0	فبراير - 2025
1.1	فبراير - 2025
1.2	فبراير - 2025
1.3	مارس - 2025
1.4	مارس - 2025
1.5	مارس - 2025

الجيومكانية
الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية
General Authority for Survey and Geospatial Information



www.geosa.gov.sa