

أخلاقيات هندسة البرمجيات

ITSE 414

أ.عبدالحكيم محمد زروق

المبدأ الاحترازي والتأثير البيئي لتكنولوجيا المعلومات

- تعريف المبدأ الاحترازي:

هو مبدأ يُطالب باتخاذ إجراءات وقائية مبكرة عند وجود شكوك جدية حول احتمال وقوع ضرر كبير أو لا رجعة فيه، حتى في غياب اليقين العلمي الكامل حول هذا الضرر.

المصدر الأساسي: غالبًا ما يُستشهد به في القضايا البيئية والصحية (مثل تغير المناخ والتلوث).

الخلاصة: عدم اليقين العلمي لا يبرر التقاعس عن حماية الإنسان والبيئة.

تطبيق المبدأ الاحترازي في هندسة البرمجيات

- التوسع في المفهوم :في سياق تكنولوجيا المعلومات، يتجاوز الضرر المادي المباشر ليشمل:

الضرر الاجتماعي والأخلاقي :التحيز، التمييز، انتهاك الخصوصية على نطاق واسع.

الضرر البيئي : الاستهلاك المفرط للطاقة، إنتاج النفايات الإلكترونية المتزايدة (E-Waste)

- كيفية التطبيق : دمج التفكير الاحترازي في المراحل المبكرة من دورة حياة التطوير (SDLC)

تحليل المخاطر الشامل : (Holistic Risk Analysis) تحديد ليس فقط المخاطر الأمنية (Hacking)

بل أيضاً المخاطر الأخلاقية والبيئية غير المقصودة.

تصميم الأمان والخصوصية بالصميم : (Security & Privacy by Design) اتخاذ إجراءات وقائية مدمجة بدلاً من مجرد

حلول لاحقة.

التأثير البيئي المباشر لتكنولوجيا المعلومات

❖ النفايات الإلكترونية: (E-Waste)

- الأجهزة القديمة تحتوي على مواد سامة (مثل الرصاص، الزئبق).
- البرمجيات التي تتطلب أحدث الأجهزة (Bloatware) تُجبر المستخدمين على التخلص من الأجهزة العاملة، مما يفاقم المشكلة.

❖ استهلاك الطاقة:

- مراكز البيانات: (Data Centers) تستهلك كميات هائلة من الطاقة للتشغيل والتبريد. تعتبر بصمتها الكربونية مساوية لقطاع الطيران في بعض التقديرات.
- شبكات النقل: الطاقة اللازمة لنقل البيانات عبر الإنترنت.

التأثير البيئي الغير المباشر لتكنولوجيا المعلومات

❖ الكفاءة :

كلما كان الكود غير فعال (Inefficient) ، زادت دورات المعالج التي يحتاجها، مما يزيد من استهلاك طاقة الخادم/الجهاز.

❖ لغات البرمجة :

تختلف لغات البرمجة في كفاءة الطاقة؛ حيث إن لغات مثل C و Rust عموماً أكثر كفاءة من Python أو JavaScript.

❖ الحوسبة السحابية :

على الرغم من كفاءتها، فإن النمو الهائل في استخدامها يزيد من الطلب على مراكز البيانات كثيفة الاستهلاك للطاقة.

الأخلاقيات البيئية لتكنولوجيا المعلومات

التعريف: هي مجموعة المبادئ التي توجه مطوري ومستخدمي التكنولوجيا لاتخاذ قرارات تراعي الحفاظ على البيئة وتقليل البصمة الكربونية للأنظمة الرقمية.

المبادئ الأساسية:

- 1. الاستدامة (Sustainability):** تصميم أنظمة يمكن أن تعمل بفعالية على المدى الطويل دون استنزاف الموارد.
- 2. المسؤولية (Accountability):** تحمل المسؤولية عن التأثير البيئي للمنتج البرمجي طوال دورة حياته.
- 3. الشفافية (Transparency):** تزويد المستخدمين بمعلومات عن استهلاك الطاقة والموارد لنظامهم البرمجي.

التصميم المستدام للبرمجيات (Sustainable Software Design)

لتقليل التأثير البيئي، يجب أن نطبق المبدأ الاحترازي عبر الخطوات التالية:

1. البرمجة الخضراء: (Green Coding)

- تحسين الخوارزميات (Algorithms) لتقليل عدد عمليات الإدخال/الإخراج (I/O) ووقت المعالجة.
- استخدام هياكل بيانات فعالة.

2. إطالة عمر الأجهزة: (Extending Device Lifespan)

- تجنب تصميم واجهات أو برامج تتطلب قوة حوسبة كبيرة بشكل غير ضروري. (Avoid Bloat)
- التأكد من أن المنتج يعمل بكفاءة على الأجهزة القديمة/الأقل قوة.

3. اختيار البنية التحتية الخضراء:

- اختيار مزودي الخدمات السحابية الذين يعتمدون على مصادر الطاقة المتجددة.
- تطوير أنظمة لتخفيف الطاقة (Energy Mitigation) في أوقات الذروة.

الضرر الذي يمكن أن يسببه مطور البرمجيات

- مطور البرمجيات هو العقل الذي يقف خلف الأنظمة والتطبيقات التي نستخدمها يومياً.
- دوره لا يقتصر على كتابة الأكواد، بل يشمل التصميم، الاختبار، وضمان الجودة.
- أي خطأ أو إهمال في عمله قد يؤدي إلى أضرار واسعة النطاق.

أنواع الأضرار المحتملة

1. أضرار تقنية: انهيار الأنظمة، فقدان البيانات، ضعف الأداء.
2. أضرار أمنية: ثغرات، اختراقات، تسريب معلومات .
3. أضرار اقتصادية: خسائر مالية، تكاليف إصلاح، فقدان العملاء.
4. أضرار اجتماعية: انتهاك الخصوصية، نشر معلومات مضللة، فقدان الثقة .
5. أضرار قانونية: مخالفة القوانين، دعاوى قضائية، غرامات مالية .

الأضرار التقنية

- أخطاء برمجية تؤدي إلى توقف النظام بشكل مفاجئ.
- ضعف في تصميم قاعدة البيانات الذي يؤدي إلى فقدان أو تلف البيانات .
- كتابة كود غير فعال يسبب بطء الأداء ويؤثر على تجربة المستخدم.
- عدم توافق البرمجيات مع الأجهزة أو الأنظمة الأخرى .

الأضرار الأمنية

- إدخال ثغرات أمنية نتيجة الإهمال أو ضعف الخبرة.
- تسهيل الهجمات الإلكترونية مثل: هجمات الحرمان من الخدمة (DDoS).
- تسريب بيانات حساسة مثل كلمات المرور أو معلومات العملاء.
- استخدام مكتبات أو أدوات غير آمنة دون مراجعة.

الأضرار الاقتصادية

- توقف الخدمات يؤدي إلى خسائر مالية مباشرة للشركة.
- تكاليف إضافية لإصلاح الأخطاء أو إعادة بناء النظام.
- فقدان ثقة العملاء مما يؤدي إلى انخفاض المبيعات.
- خسارة عقود أو شراكات بسبب ضعف الاعتمادية.

الأضرار الاجتماعية

- انتهاك خصوصية المستخدمين وسرية بياناتهم الشخصية.
- نشر معلومات غير دقيقة أو مضللة تؤثر على المجتمع.
- التأثير السلبي على سمعة المؤسسة أو العلامة التجارية.
- فقدان الثقة العامة في التكنولوجيا والأنظمة الرقمية.

الأضرار القانونية

- مخالفة قوانين حماية البيانات أو القوانين المحلية.
- التعرض لدعاوى قضائية من العملاء أو الشركاء.
- دفع غرامات مالية كبيرة نتيجة الإهمال أو سوء الإدارة.
- فقدان التراخيص أو التصاريح القانونية للعمل.

أنواع الضرر الذي يمكن أن يسببه مطور البرمجيات

1. **انتهاك الخصوصية:** قد يقوم مطورو البرمجيات بتصميم تطبيقات تخترق خصوصية المستخدمين وتجمع بياناتهم الشخصية دون إذن و ذلك يمكن أن يؤدي إلى تسريب المعلومات الحساسة والتعرض للتجسس.
2. **الأمان الضعيف:** تصميم برمجيات غير آمنة يفتح الباب أمام الهجمات الإلكترونية والاختراقات و قد تؤدي الثغرات في البرمجيات إلى سرقة المعلومات والأضرار بالمستخدمين.
3. **تداول المعلومات الزائفة:** برمجيات تنشر معلومات زائفة أو مضللة يمكن أن تؤثر على الرأي العام وتؤدي إلى اتخاذ قرارات خاطئة.
4. **التمييز والتحيز:** تصميم برمجيات تعمل على أسس تحيزية قد يؤدي إلى التمييز ضد فئات معينة من المستخدمين، مما يؤثر على تجربتهم وحقوقهم.
5. **الأثر البيئي:** برمجيات تستهلك موارد كبيرة من الطاقة أو تسهم في التلوث يمكن أن تسبب ضررًا بيئيًا.

تداعيات الضرر الناتج عن برمجيات غير أخلاقية

1. **فقدان الثقة:** تكرار حالات انتهاك الخصوصية أو الأمان يمكن أن يؤدي إلى فقدان الثقة من قبل المستخدمين في التكنولوجيا والبرمجيات.
2. **الأثر الاقتصادي :** تكاليف إصلاح البرمجيات الغير أخلاقية واضرار الهجمات الإلكترونية يمكن أن تكون مكلف بشكل كبير.
3. **انتشار الشائعات والمعلومات الزائفة:** تصميم برمجيات لنشر الشائعات يمكن أن يؤدي إلى انتشار المعلومات الزائفة والتشكيك في الحقائق.
4. **التأثير على الصحة النفسية :** تصميم برمجيات تستهدف أو تلاحق المستخدمين وتسبب في إحداث تأثيرات سلبية على

أسباب حدوث الأضرار

- ضعف الخبرة أو قلة التدريب لدى المطورين.
- الإهمال وعدم الالتزام بالمعايير العالمية.
- ضغط العمل وسرعة التسليم دون مراجعة كافية.
- غياب المراجعة الجماعية للكود (Code Review).
- استخدام أدوات أو تقنيات غير موثوقة.

التحديات وكيفية التغلب عليها

- **توعية المطورين:** تقديم توعية حول الأخلاقيات والتزام المطورين بمبادئ الأخلاق في جميع مراحل تطوير البرمجيات.
- **تشريعات وقوانين:** وضع تشريعات تنظم استخدام البرمجيات وتحد من إمكانية تطوير برمجيات ضارة .
- **رقابة مستقلة:** توفير جهات رقابية مستقلة تتفقد وتقيم البرمجيات وتتحقق من توافقها مع المعايير الأخلاقية.

المسؤولية الأخلاقية للمطور

- المطور ليس مجرد موظف، بل مسؤول عن حماية المستخدمين.
- يجب أن يلتزم بالشفافية والنزاهة في عمله.
- عليه أن يوازن بين سرعة الإنجاز وجودة المنتج.
- الأخطاء قد تكون طبيعية، لكن الإهمال غير مقبول.

حالات دراسية

- انتهاك الخصوصية والأمان: تطوير تطبيق يجمع البيانات الشخصية دون إبلاغ المستخدمين و دون اتباع إجراءات أمان قوية يُعتبر انتهاكاً للخصوصية.
- الحل يكون في زيادة الشفافية مع المستخدمين حول نوع البيانات التي يتم جمعها وكيفية استخدامها، وتطبيق إجراءات أمان فعالة لحماية هذه البيانات.
- التمييز في البرمجيات: تصميم تطبيق يتضمن تمييزاً غير مقصود أو ضرراً على فئة معينة من المستخدمين.
- الحل يكون في مراجعة البرمجيات واختبارها للتأكد من عدم وجود أي تمييز، وفي حال وجود أي مشكلة، يتعين إجراء التعديلات اللازمة لضمان المساواة والعدالة.

حالات دراسية

- **تأثيرات بيئية:** تصميم برمجيات تستهلك كميات كبيرة من الطاقة أو تسبب تأثيرات سلبية على البيئة.
الحل يكون في تطوير البرمجيات باستخدام تقنيات توفير الطاقة والاعتماد على مصادر طاقة نظيفة، وتقليل من الآثار البيئية السلبية.
- **تطوير تقنيات جديدة:** قد تواجه الشركات ضغوطاً لاستخدام تقنيات جديدة بغض النظر عن أثرها الأخلاقي أو الاجتماعي.
الحل يكون في إجراء تقييم شامل لتأثيرات هذه التقنيات على المجتمع والبيئة واتخاذ القرارات الأخلاقية المسؤولة.
- **التحديات الاجتماعية:** برمجيات قد تكون لها تأثير سلبي على السلوكيات الاجتماعية، مثل الإدمان على الهواتف الذكية.
الحل يكون في تصميم تطبيقات تشجع على الاستخدام المسؤول وتوفر خيارات للتحكم في الوقت الذي يقضيه المستخدمون على الأجهزة.