Design und Implementierung eines neuen Anti-Kollisions-Algorithmus für dichte RFID-Systeme

# KAPITEL 1

Radio Frequenz Identifikation (RFID) ist eine drahtlose Identifikationstechnologie, mit der Personen oder Objekte drahtlos erfasst werden können. Dies geschieht mit Hilfe von Transpondern (Tags) die an die Personen oder Objekte angebracht sind. Die RFID-Technologie hat Vorteile im Vergleich zu anderen Identifikationstechnologien, wie z. B., dass eine Sichtverbindung nicht notwendig ist und bei der Identifikationsgeschwindigkeit. Bei vielen Anwendungen ist die Identifikationszeit von großen Gruppen von Tags zur gleichen Zeit ein kritischer Faktor, wie z. B. in der Logistik. Aktuell werden daher verschiedene Ansätze untersucht, diese Identifikationszeit zu reduzieren. Die Reduzierung der Identifizierungsgeschwindigkeit bildet der Schwerpunkt dieser Dissertation.

# KAPITEL 2

Das konventionelle RFID-System besteht aus drei Hauptkomponenten: Erstens, ein RFID-Tag, das an dem Objekt angebracht ist und angefordert wird, identifiziert zu werden. Zweitens, das Lesegerät, das den gesamten Identifikationsprozess steuert. Schließlich die Verarbeitungseinrichtung, die immer eine Software ist. Bei RFID-Systeme, kommunizieren sowohl das Lesegerät als auch die Tags über der gleichen Frequenz. Als Folge der gleichzeitigen Übertragung kann eine Kollision stattfinden. Eine günstige Implementierung des Tags bedeutet es kann weder den Kanal erfassen noch mit den anderen Tags kommunizieren. Um dies zu umgehen wird die Lesegeräte für die Koordinierung des Netzwerks eingesetzt. In dichten Netzwerken erhöht sich die Lesezeit, wenn die Anzahl der Tag-Kollisionen zunehmen. Ein Antikollisionsprotokoll wird erforderlich, um die Tag-Kollision-Effekt zu minimieren.

# KAPITEL 3

Diese Arbeit konzentriert sich auf den MAC-Layer-Anti-Kollisionsprotokolle, da der PHY-Layer-Antikollisionsprotokolle nicht kosteneffizient sind. Der MAC-Layer-Anti-Kollisions-Protokolle werden eingeteilt in: deterministischen (Tree) Protokolle, die in Systemen mit einer bekannten Anzahl von Tags verwendet werden, und probabilistischen (ALOHA) Protokolle, die in Systemen mit einer unbekannten Anzahl von Tags verwendet werden. Daher konzentriert sich diese Arbeit auf ALOHA Protokolle Unter Berücksichtigung der PHY-Layer-Fähigkeiten moderner RFID-Lesegeräte, nämlich die Fähigkeit, Kollisionen wiederherzustellen und die Fähigkeit, der Typ des Zeitschlitzes frühzeitig zu erkennen. Der EPC-global C1 G2-Standard ist der häufigste RFID-Standard in der Logistik. Es basiert auf den Frame Slotted ALOHA (FSA) Protokoll.

# KAPITEL 4

Die Leistung von FSA hängt allgemein von zwei Hauptparametern ab: Der genauen Schätzung der Anzahl der Tags im Lesebereich. Die „Anzahl-der-Tags“ Schätzfunktion berechnet die Anzahl der Tags aus Feedback, kommend aus dem vorherigen Frame, der die Anzahl der Slots mit leeren, erfolgreichen und kollidierten Zeitschlitze enthält. Die “Maximum Likelihood“ (ML) „Anzahl-von-Tags“ Schätzprotokoll stellt die niedrigste Identifikationszeit im Vergleich zu den anderen Schätzalgorithmen. Allerdings begrenzt die numerische Suche in ML Schätzung Protokoll die Anzahl der Tags. Darüber hinaus berücksichtigt diese Methode nicht die Fähigkeit von “Collision-Recovery“ moderner RFID-Lesegeräte mit modernen RFID PHY-Layer. In dieser vorliegenden Arbeit wird ein neuartiges Tag-Schätzungsverfahren vorgestellt, das insbesondere die „Collision-Recovery“ moderner RFID-Lesegeräte berücksichtigt. Simulationsergebnisse belegen, dass die vorgeschlagene Lösung im Vergleich zum Stand der Technik die Anzahl der Tags deutlich genauer erfassen kann.

# KAPITEL 5

Der zweite Hauptfaktor, der die FSA-Leistung steuert, ist die Berechnung der optimalen FSA-Rahmenlänge. Im Inhalt der Arbeit werden geschlossenen Lösungen für die Berechnung der optimalen Rahmenlänge unter Verwendung verschiedener Szenarien hergeleitet. Das erste Szenario ist das “ **Time Aware Frame Length**“ das nur die unterschiedlichen Längen der Zeitschlitze berücksichtigt. Die Fähigkeit des Lesegerätes zur Wiederherstellung von kollidierten Zeitschlitzen wird in diesem Szenario noch nicht berücksichtigt. Das zweite Szenario ist das “**Time and Constant Collision Recovery Coefficients Aware Frame Length**“ mit konstanten Wahrscheinlichkeiten für die Collision Recovery. Das dritte Szenario ist das “**Multiple Collision Recovery Aware Frame Length**” das die unterschiedliche Wahrscheinlichkeit zur Auflösung von Kollisionen in Abhängigkeit von der Anzahl der kollidierten Tags berücksichtigt. Zu diesem Zweck werden die Wahrscheinlichkeiten für die Auflösung einer Kollision in Abhängigkeit der Anzahl der kollidierten Tags aus der Bitübertragungsschicht extrahiert. Folgend wird eine Kombination von “**Time Aware**“ und “**Multiple Collision Recovery Coefficients**“ vorgeschlagen. Sie berücksichtigen die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten für die Auflösungen von Kollisionen und die unterschiedlichen Längen der Zeitschlitze. Für jedes Szenario wird die Leistungsfähigkeit anhand der Auslesezeit für eine hohe Anzahl von Tags gegenüber dem Stand der Technik verglichen. Diese Arbeit konzentriert sich auf den EPC-global C1 G2 Standard. In diesem Standard darf die Tags nicht modifiziert werden, so dass alle Optimierungen nur auf der Seite des RFID-Lesegerätes vorgenommen werden dürfen.

# KAPITEL 6

Im Rahmen der Arbeit werden auch Möglichkeiten zur Leistungssteigerung untersucht, bei dem auch die Tags modifiziert werden. Entsprechend werden passenden Verbesserungen für den EPC-global C1 G2 Standard vorgeschlagen. Passend heißt in dem Zusammenhang, dass sich die Tags bei einem üblichen Lesegerät exakt nach dem EPC-global C1 G2 Standard verhalten. Neue RFID-Lesegeräte können allerdings die höhere Leistungsfähigkeit der modifizierten Tags ausnutzen, die auf der Identifikation von mehreren Tags je Zeitschlitz basiert. Simulationsergebnisse belegen eine deutliche Reduktion der Lesezeit, welche für zeitkritischen Anwendungen wertvoll ist.

# KAPITEL 7

Obwohl einige zentralen Themen in dieser Dissertation bearbeitet und geklärt wurden, sind noch Fragen zur weiteren Untersuchung offen. So ist zum Beispiel die Wirkung der anfänglichen FSA-Rahmenlänge sollte analysiert werden. Weiter kann der MAC-Layer den Kommunikationskanal erfahren durch eine Berechnung der Identifikationsraten. Dann sollte der MAC-Layer ein Steuersignal an den PHY-Layer senden. In diesem Steuersignal entscheidet der MAC-Layer den aktuellen kollidierte Schlitz entweder zu einem erfolgreichen Schlitz oder nicht zu lösen, je nach dem aktuellen Status des Kanals.